

УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Я.О. Адаменко, д.т.н., проф.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна. E-mail: yarad1964@gmail.com

Безпека управління інвестиційною діяльністю неможлива без такої складової як екологічна безпека. Ефективність прийняття рішень щодо документів державного планування та планованої діяльності залежить від логічно сформованого уявлення щодо циклічного розвитку окремих процедур у галузі безпеки довкілля. Серед таких виділяємо чотири окремих взаємопов'язаних блоки – екологічну оцінку впливів (стратегічну, планованої діяльності, проектну); моніторинг навколишнього середовища; екологічний аудит; екологічний менеджмент. Кожен з цих блоків складається з окремих етапів або різновидностей проходження тої чи іншої процедури у системі. Як приклад, у роботі наведена структуризація оцінювання геологічного середовища. Також автором роботи приводиться його міркування щодо теоретичного обґрунтування та систематизації чинників природно-антропогенної геосистеми.

Ключові слова: екологічна безпека, оцінка впливів на довкілля, екологічний моніторинг, екологічний аудит, екологічний менеджмент, навколишнє середовище, природно-антропогенна геосистема.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Екологічний стан навколишнього середовища – нормальний, напружений, критичний, катастрофічний – характеризував природні системи і до появи людини. Завжди в історії Землі були виверження вулканів, землетруси, повені, зсуви, посухи, похолодання і навіть зледеніння. Такі природні надзвичайні катастрофічні ситуації приводили до змін ландшафтів, направляли еволюцію рослинного і тваринного світу.

Інша справа – після появи людини і прогресуючого втручання її в природні процеси – антропогенний вплив відбувався поступово і в XX столітті став співвимірним з природними екологічними кризами і катастрофами. Техногенні аварії, як і передуючі їм забруднення і руйнування довкілля в зонах впливу промислових об'єктів, є одним з найбільш екологічно небезпечних впливів.

З метою контролю та керування екологічною ситуацією на об'єктах та територіях в ІФНТУНГ була розроблена концепція комп'ютерної системи екологічної безпеки (КСЕБ) [1, 2, 5, 8, 10, 17, 21], яку впроваджується з подвійною метою:

1) для безпечного функціонування об'єктів народногосподарського комплексу, тобто, щоб на нього не впливали природні і техногенні складні екологічні ситуації,

кризи, катастрофи;

2) для екологічно безпечного його розвитку, тобто, щоб об'єкти народногосподарського комплексу не породжували складних екологічних ситуацій, криз і катастроф, шкідливо не впливали на здоров'я населення і не руйнували довкілля.

Рівень небезпеки технічного об'єкту для довкілля і здоров'я людини може бути різним – від найнезначнішого відхилення від норми до критичного і навіть катастрофічного. При цьому сама норма є досить невизначеною і, як правило, вона відповідає первинному екологічному стану довкілля, який був до будівництва промислового об'єкту. Такий стан називають нульовим екологічним фоном. При цьому враховується відсутність чи наявність інших технічних об'єктів у зоні впливу проектного об'єкту, про який ідеться.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування циклічності розвитку подій у системі екологічної безпеки, які б дозволяли стежити за змінами екологічної ситуації в зоні впливу об'єкту, прогнозувати ці зміни для запобігання негативного впливу на навколишнє середовище та попереджати такі дії.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. В системі екологічної

безпеки інвестиційної діяльності, що розроблена у ІФНТУНГ (рис. 1), науково обґрунтовані чотири взаємопов'язаних блоки: 1) оцінка впливів на довкілля (ОВД); 2) екологічний моніторинг об'єкту або

діяльності в зоні його впливу; 3) екологічний аудит функціонування запланованої діяльності; 4) екологічний менеджмент. Розглянемо ці блоки послідовно.

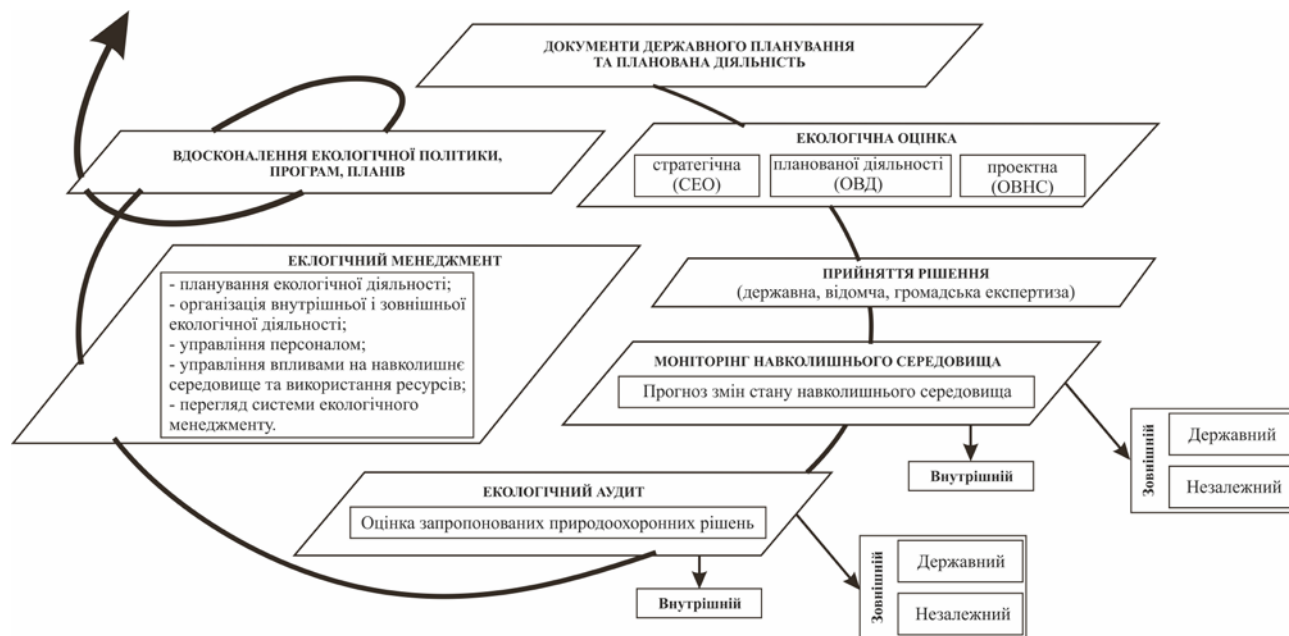


Рисунок 1 – Система екологічної безпеки інвестиційних процесів

В рамках ОВД (та/або ОВНС) обов'язково виконується оцінка сучасного стану навколишнього середовища за екологічними показниками стану екосистем, що перебувають під впливом запропонованої діяльності та можливістю екосистем до самовідновлення з характеристикою природного і антропогенного впливу об'єкту на чинники навколишнього середовища. Всі показники сучасного стану порівнюються з нормативними, які визначаються різними методами. Процес оцінки сучасного екологічного стану завершується складанням комплексу електронних карт як стосовно окремих компонентів довкілля і окремих елементів-забруднювачів, так і створенням синтетичної (інтегральної) карти, на якій визначаються зони екологічної небезпеки різного ступеня: сприятливі, умовно сприятливі, задовільні, напружені, складні, критичні, катастрофічні.

Наступний етап КСЕБ – організація екологічного моніторингу на об'єкті та в зоні його впливу. Базуючись на комплексі природоохоронних заходів, які пропонуються в ОВД (ОВНС), проводиться

комплекс робіт за спостереженням стану навколишнього середовища в зонах впливу запропонованої діяльності під час всіх етапів впровадження діяльності – будівництво, експлуатація та ліквідація об'єкту. Принцип моніторингу ґрунтується на безперервних стеженнях за природними та антропогенними змінами всіх екологічних показників, що характеризують стан екосистем на певний час спостережень.

Після проведення моніторингу (або під час його проведення) КСЕБ передбачає процедуру екологічного аудиту – фахова перевірка дотримання розрахункових параметрів впливу функціонування об'єкту або запланованої діяльності на навколишнє середовище.

Управління екологічною ситуацією об'єкту або народногосподарським комплексом в цілому з метою оптимізації є завершальним етапом створення комп'ютерної системи екологічної безпеки. Ця система дозволяє здійснювати керований контроль екологічно безпечною діяльністю будь-якого промислового підприємства або запланованої діяльності в цілому.

Прогноз розвитку екологічної ситуації у

залежності від різних сценаріїв функціонування об'єкту виконується шляхом комп'ютерного моделювання екологічних станів тої чи іншої території у залежності від існуючого чи заданих режимів функціонування об'єкту. Користуючись комп'ютерними екологічними картами, можна моделювати різні екологічні ситуації. Різні прогностичні моделі порівнюються з нормативним станом довкілля, визначаються розміри відхилень та їх негативні наслідки [1, 2, 5, 8, 10, 17].

З метою контролю розвитку небезпечних процесів та впливів на навколишнє середовище автором розроблено структуру баз даних екологічної інформації щодо кожного з чинників екосистеми, які об'єднуються в комп'ютерний банк екологічної інформації. В кожній базі – від 20 до 100 екологічних показників, що мають різну динаміку: геологічне середовище змінюється досить повільно, тоді як атмосфера – багато разів на добу. Загальна кількість екологічних показників – близько 1000 [3, 5, 8].

Екологічні впливи, які необхідно передбачити та встановити при проведенні процедури ОВД та ОВНС – це сукупність дій природних і антропогенних чинників на певній території, які спрямовані на зміну навколишнього середовища. Екологічні впливи можуть бути природними, антропогенними або природно-антропогенними. При чому, всі три різновиди процесів можуть викликати позитивні і негативні зміни у навколишньому середовищі, як свого так й протилежного чинника (рис. 2). Ці зміни, також можуть бути прями та опосередковані, довготривалі та короткотривалі, кумулятивні.

При вивченні екологічної системи тої чи іншої території спостерігаються прояви всіх означених процесів, але на практиці їх дуже важко розрізнити. В історичному плані екологічні процеси формувалися разом зі сферами, на яких вони базуються.

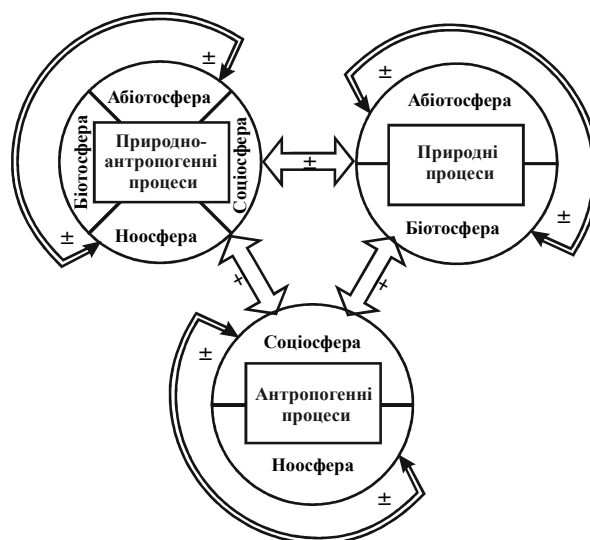


Рисунок 2 – Взаємозв'язок та взаємовідношення екологічних впливів у природно-антропогенній геосистемі (± – зв'язок позитивних та негативних змін середовища)

Сучасна наука про охорону навколишнього середовища, почала інтенсивно розвиватися в середині 80-х років ХХ-ого сторіччя на базі різноманітних наукових шкіл і зараз поки що немає єдиної думки про ґрунтовну базу науки. Так, наприклад, геологічний напрям наукової школи [2, 4, 21, 23 та ін.], формує своє уявлення про екологічні процеси та оточуючі їх сфери на геологічних процесах, приєднуючи до них решту похідних середовищ; географічна школа [4, 6, 7, 11-13, 15, 16, 19, 20, 22 та ін.] – базується на ландшафтах; біологічна школа [9, 14, 18 та ін.] – розвиває свій напрям від біологічних процесів до геологічних і соціальних чинників.

Аналізуючи наукові уявлення різноманітних наукових шкіл та напрямків з врахуванням основних законів діалектики природи стає можливим встановити чітку сучасну систему навколишнього середовища (рис. 3 [3]).

Навколишнє середовище, або природно-антропогенна геосистема складається з трьох основних систем: абіотосистема – містить не живу природу і була сформована та формується під дією зовнішніх та внутрішніх динамічних сил Землі; біотосистема – містить усі живі організми, сформовані в результаті органічної еволюції Землі (людина в цю систему входить, як

біологічна особа); антропосистема – людство, яке розглядається як єдине ціле та сформована на виробничих силах та виробничих відносинах з врахуванням психологічного, морального та бальнеологічного стану людини.



Рисунок 3 – Системи навколишнього середовища

Сучасні наукові школи представляють абіотичну систему, як оболонку Землі, яка складається з: літосфери, геофізсфери, геоморфосфери, атмосфери, гідросфери і педосфери (її абіотичних чинників); біотосистема – фітосфери, зоосфери і педосфери (її біотичних чинників); антропосистема – демосфери, техносфери і ноосфери (рис. 4).

Кожна екосистема, як частина біосфери Землі, складається з того чи іншого набору компонентів неживої природи (абіоти) – літосфери (геологічного середовища і

надрових ресурсів), геофізичних полів Землі і Космосу (геофізсфери), рельєфу (геоморфосфери або територіального ресурсу), гідросфери або поверхневих і підземних водних ресурсів, атмосфери з кліматичними ресурсами; живої природи (біоти) – педосфери (грунтового покриву і земельних ресурсів), фітосфери (рослинного покриву), зоосфери (тваринного світу) і соціосфери (демосфери або людської спільноти). Як приклад наведемо структури блоку «Літосфера» (рис. 5), – інші були детально описані у працях автора [2, 3].



Рисунок 4 – Структура природно-антропогенної геосистеми

Усі ці компоненти тісно пов'язані один з одним, взаємозумовлені і взаємозалежні, функціонували до активізації людської діяльності як єдиний природний збалансований організм. На цих уявленнях й базується структура баз даних екологічної інформації.



Рисунок 5 – Структура бази даних блоку «Літосфера»

ВИСНОВКИ. Приведене вище методологічне дослідження вказує на циклічність розвитку подій у системі екологічної безпеки, які дозволяють стежити за змінами екологічної ситуації в зоні впливу об'єкту, прогнозувати ці зміни для запобігання негативного впливу на навколишнє середовище та попереджати такі дії. Структуризованні чинники природно-антропогенної системи дозволяють також підвищити ефективність прийняття рішень не тільки для планованої та проектної діяльності, а й для державних документів планування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Адаменко О. М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону // Український географічний журнал. – 1993. – №3. – С. 8-14.
2. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: Автореф. дис. ... д-ра т. наук: 21.06.01. – Івано-Франківськ, 2006. – 39 с.
3. Адаменко Я. О. Структура будови баз даних екологічної інформації // О. М. Адаменко, Г. І. Рудько. Екологічна геологія: Підручник для ВНЗ – К.: Манускрипт. – 1998. – С. 237-249.
4. Білявський Г. О., Бровдій В. М. Про класифікацію основних напрямків сучасної екології. – К.: Рідна природа. 1995. – С. 4-7.
5. ГІС-технології оцінки екологічної ситуації для управління екологічною безпекою / Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Лободіна З. М. та ін. // Вісник Кременчуцького держ. політехн. ун-ту. – Кременчук, 2004. – Випуск 5(28). – С. 149-152.
6. Гродзинський М. Д. Опір геосистем до антропогенних навантажень. – К.: Ліцей, 1995. – 233 с.
7. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: Навч. посіб. – Чернівці: Рута, 2002. – 272 с.
8. Екологія міста Івано-Франківська: Монографія / О. М. Адаменко, Є. І. Крижанівський, Я. О. Адаменко та ін. – Івано-Франківськ: Сіверсія МВ, 2004. – 200 с.
9. Заповідні екосистеми Карпат / С. Стойко, Е. Гадач, Т. Шимон та ін. – Львів: Світ, 1991. – 248 с.
10. Ієрархія геоінформаційних систем екологічної безпеки Центральної і Східної Європи, Карпатського Єврорегіону, адміністративної області, районів та міст Західного регіону України / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, О. М. Журавель та ін. // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Сер.: Геологія. Географія. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський ун-т, 2003. – Вип. 5. – С. 131-133.
11. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів: вид. ін-ту українознавства, 1997. – 440 с.
12. Конструктивно-географические основы рационального природопользования в Украинской ССР. Теоретические и методические исследования / А. М. Маринич, И. А. Горленко, Л. Г. Руденко и др. – К.: Наук, думка, 1990. – 200 с.
13. Крауклис А. А., Бесолицина Е. П., Крамер Л. К. Опыт экологического исследования геосистем в целях мониторинга // География и природные ресурсы. – 1985. – № 3. – С. 14-26.
14. Кучерявий В. П. Екологія: Підручник. – Львів: Світ, 2000. – 360 с.
15. Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. – К.: РВЦ “Київський університет”, 1998. – 264 с.
16. Мельник А. В. Українські Карпати: еколого-ландшафтне дослідження. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. – 286 с.
17. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко та ін. // Український географічний журнал. – 2004. – № 2(46). – С. 22-33.
18. Некос В. Е. Основы общей экологии и неоекологии: Учеб. пособ. – Харьков: Торнадо, 1999. – 192 с.
19. Олійник Я. Б. Економіко-екологічні проблеми територіальної організації

виробництва і природокористування. – К.: Лібра, 1996. – 208 с.

20. Руденко Л. Г., Бочковська А. І. Концептуальні основи еколого-географічних досліджень та еколого-географічного картографування // Укр. геогр. журнал. – 1995. – № 3. – С. 56-62. (157.)

21. Рудько Г. І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та

методичні основи): Автореф. дис. ... д-ра т. наук: 21.06.01. – Сімферополь, 2005. – 35 с.

22. Шищенко П. Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании. – К.: Фитосоцицентр, 1999. – 440 с.

23. Экологическая геология Украины: Справ. пособ. / Е. Ф. Шнюков, В. М. Шестопапов, Е. А. Яковлев и др. – К.: Наук. думка, 1993. – 407 с.

MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY SYSTEM INVESTMENT PROCESSES

Ya. Adamenko

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

st. Karpatskaya, 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine. Email: yarad1964@gmail.com

Safety of investment management is not possible without such component as environmental safety. The effectiveness of decision-making on state planning documents and planned activities depends on a logically formed view of the cyclical development of individual environmental safety procedures. These include four separate interconnected units – environmental impact assessment (strategic, planned, project); environmental monitoring; environmental audit; environmental management. Each of these blocks consists of separate stages or varieties of the procedure in the system. As an example, the paper describes the structuring of the assessment of geological environments. The author of his work also gives his reasoning on the theoretical substantiation and systematization of the factors of the natural anthropogenic geosystem.

Key words: environmental safety, environmental impact assessment, environmental monitoring, environmental audit, environmental management, environment, natural anthropogenic geosystem.

REFERENCES

1. Adamenko O. M. (1993), Informatsiino-keruiuchi systemy ekolohichnoho monitorynhu na prykladi Karpatskoho rehionu [Information and control systems for environmental monitoring in the Carpathian region] *Ukrainian Geographical Journal*, Vol. 3, pp. 8-14. (in Ukraine)

2. Adamenko Ya. O. (2006), Otsinka vplyviv tekhnohenno nebezpechnykh ob'ektiv na navkolyshnie seredovyshche: naukovoteoretychni osnovy, praktychna realizatsiia: Avtoref. dys. ... d-ra t. nauk: 21.06.01., Ivano-Frankivsk, 39 p. (in Ukraine)

3. Adamenko Ya. O. (1998), Struktura budovy baz danykh ekolohichnoi informatsii, Kyiv, Manuscript, pp. 237-249. (in Ukraine)

4. Biliavskiy H. O., Brovdii V. M. (1995), Pro klasyfikatsiiu osnovnykh napriamkiv suchasnoi ekolohii, Kyiv, Ridna pryroda, pp. 4-7. (in Ukraine)

5. Adamenko O. M., Adamenko Ya. O. (2004), HIS-tekhnolohii otsinky ekolohichnoi

sytuatsii dlia upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu [GIS technologies for environmental situation assessment for environmental safety management], *Bulletin of the Kremenchug state. polytechnics un-t*, Vol. 5(28), pp. 149-152. (in Ukraine)

6. Hrodzynskiy M. D. (1995), Opir heosystem do antropohennykh navantazhen, Kyiv, Litsei, 233 p. (in Ukraine)

7. Hutsuliak V. M. (2002), Landshaftna ekolohiia. Heokhimichnyi aspekt, Chernivtsi, Ruta, 272 p. (in Ukraine)

8. Adamenko O. M., Kryzhanivskiy Ye. I., Adamenko Ya. O. (2004), Ekolohiia mista Ivano-Frankivska, Ivano-Frankivsk, Siversiia MV, 200 p. (in Ukraine)

9. Stoiko S., Hadach E., Shymon T. (1991), Zapovidni ekosystemy Karpat, Lviv, Svit, 248 p. (in Ukraine)

10. Adamenko O. M., Adamenko Ya. O., Zhuravel O. M. (2003), Hierarkhiia heoinformatsiinykh system ekolohichnoi bezpeky Tsentralnoi i Skhidnoi Yevropy,

Karpatskoho Yevrorehionu, administratyvnoi oblasti, raioniv ta mist Zakhidnoho rehionu Ukrainy [Hierarchy of geoinformation systems of ecological safety of Central and Eastern Europe, Carpathian Euroregion, administrative region, districts and cities of the Western region of Ukraine], *Bulletin of Dnipropetrovsk Univ.*, Dnipropetrovsk Vol. 5, pp 131-133. (in Ukraine)

11. Kovalchuk I. P. (1997), *Rehionalnyi ekoloho-heomorfolohichnyi analiz*, Lviv, Institute of Ukrainian Studies, 440 p. (in Ukraine)

12. Marynych A. M., Horlenko Y. A., Rudenko L. H. (1990), *Konstruktyvno-heohrafycheskye osnovy ratsyonalnogo pryrodopolzovanyia v Ukraynskoi SSR. Teoretycheskye y metodycheskye yssledovanyia*, Kyiv, Naukova dumka, 200 p. (in Russian)

13. Krauklys A. A., Besolytsyna E. P., Kramer L. K. (1985), *Opyt ekolohycheskoho yssledovanyia heosystem v tseliakh monytorynha* [Experience of ecological study of geosystems for monitoring purposes], *Geography and Natural Resources*, Vol. 3, pp. 14-26. (in Russian)

14. Kucheriavyi V. P. (2000), *Ekolohiia*, Pidruchnyk, Lviv, Svit, 360 p. (in Ukraine)

15. Malysheva L. L. (1998), *Landshaftno-heokhimichna otsinka ekolohichnoho stanu terytorii*, Kyiv, RVTs "Kyivskiy universytet", 264 p. (in Ukraine)

16. Melnyk A. V. (1999), *Ukrainski Karpaty: ekoloho-landshaftne doslidzhennia*, Lviv, LNU, 286 p. (in Ukraine)

17. Adamenko O. M., Adamenko Ya. O., Mishchenko L. V. (2004), *Metodyka ekolohichnoi otsinky tekhnohennoho vplyvu na transformatsiiu landshaftiv* [Methods of ecological assessment of anthropogenic impact on landscape transformation], *Ukrainian Geographical Journal*, Vol. 2(46), pp. 22-33. (in Ukraine)

18. Nekos V. E. (1999), *Osnovy obshchei ekolohyy y neoekolohyy*, Kharkov, Tornado, 192 p. (in Russian)

19. Oliinyk Ya. B. (1996), *Ekonomiko-ekolohichni problemy terytorialnoi orhanizatsii vyrobnytstva i pryrodokorystuvannia*, Kyiv, Libra, 208 p. (in Ukraine)

20. Rudenko L. H., Bochkovska A. I. (1995), *Kontseptualni osnovy ekoloho-heohrafichnykh doslidzhen ta ekoloho-heohrafichnoho kartohrafuvannia* [Conceptual bases of ecological-geographical research and ecological-geographical mapping] *Ukrainian Geographical Journal*, Vol. 3, pp. 56-62. (in Ukraine)

21. Rudko H. I. (2005), *Ekolohichna bezpeka tekhnopryrodnykh heosystem (naukovi ta metodychni osnovy): Avtoref. dys. ... d-ra t. nauk: 21.06.01.*, Simferopol, 35 p. (in Ukraine)

22. Shyshchenko P. H. (1999), *Pryntsypy i metody landshaftnoho analiza v rehionalnom proektyrovannyi*, Kyiv, Fytosotsyotsentr, 440 p. (in Russian)

23. Shniukov E. F., Shestopalov V. M., Yakovlev E. A. (1993), *Ekolohycheskaia heolohiia Ukrayny*, Kyiv, Naukova dumka, 407 p. (in Russian)

МЕТОДОЛОГІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ СТІЧНОЇ ВОДИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

П. В. Босак, В.В. Попович, д.т.н., доц.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79000, Україна. E-mail: bosakp@meta.ua

У статті висвітлено особливості методології екологічної оцінки стічних вод вугільних шахт. Використано найбільш ефективний метод – визначення інтегрального екологічного індексу якості води. Для покращення екологічного стану поверхневих водойм на території вугледобувних регіонів виникає необхідність: розробки нових та удосконалення існуючих систем очищення високомінералізованих шахтних вод вугледобувних підприємств; збільшення обсягів повторного використання очищених шахтних вод на технологічні потреби шахт.

Ключові слова: методи, методологія, екологія, стічні води, вугільні шахти, оцінка.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

Багаторічний видобуток вугілля на території України призвів до високих рівнів забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод, а також до утворення значних обсягів відходів. Розробка вугільних родовищ негативно впливає на стан об'єктів навколишнього середовища і погіршує умови проживання населення у гірничопромислових регіонах. При цьому масштабними факторами впливу є: викиди забруднюючих речовин в атмосферу, скиди забрудненої шахтної води у поверхневі водойми, відвали шахтних порід, трансформація (деформація) земної поверхні, засолення та деградація ґрунтів тощо. Мета статті: створення методології екологічної оцінки стічної води вугільних шахт.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Навантаження на навколишнє середовище, в тому числі і на поверхневі водойми, яке створює діяльність шахт на всіх етапах функціонування, є одним із важливіших факторів, що необхідно враховувати при визначенні напрямків розвитку вугільної галузі [1].

Погіршення стану водних ресурсів у вугледобувних регіонах України в останні десятиріччя є однією з важливіших екологічних проблем. Основною причиною забруднення водних екосистем є скиди шахтних вод вугледобувних підприємств, що призводить до підвищення рівня екологічної небезпеки природно-територіальних комплексів. В результаті багаторічного скиду шахтних вод поверхневі водойми втрачають природну здатність до самоочищення [2].

Дослідження якісних характеристик стану природних водойм на основі певних критеріїв викликає необхідність розробки

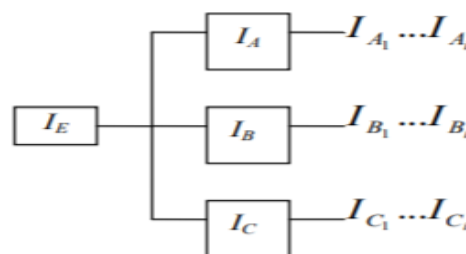


Рисунок 1 – Структура схеми комплексної оцінки екологічного стану стічних вод класифікацій оцінки рівня забрудненості

стічних водойм. Найчастіше для визначення якісного стану водних об'єктів проводять зіставлення отриманих величин концентрацій забруднюючих речовин з відповідними нормативами або інтервальними значеннями досліджуваних показників, що встановлюються для кожного класу якості води. В інших випадках класифікувати поверхневі водойми за рівнем забрудненості можна за значеннями індексів, що розраховуються за певною системою показників або критеріїв.

Екологічна класифікація якості стічних водойм України сформована за «екосистемним принципом». Необхідна повнота й об'єктивність характеристики якісного стану стічних водойм досягаються набором показників, які всебічно відображають особливості змін абіотичної і біотичної складових водних екосистем. Критерії оцінки стану водних об'єктів є складовою частиною нормативно-методичної бази для комплексної характеристики стану навколишнього

природного середовища, планування і здійснення водоохоронних заходів та оцінки їх ефективності. Результати дослідження є основою для встановлення тенденцій змін якості стічних вод в часі та просторі [5, 6].

Визначення впливу антропогенного навантаження на водні екосистеми дозволяє встановити характер змін стану водних ресурсів. При цьому оцінка якісного стану води за гідрохімічними показниками є досить трудомістким завданням, оскільки базується на порівнянні середніх концентрацій, які спостерігаються в пунктах контролю якості води, із встановленими нормами ГДК для кожного інгредієнта з урахуванням категорії призначення водного об'єкта. Більшість запропонованих сьогодні комплексних показників отримано шляхом об'єднання та узагальнення численних часткових критеріїв у один інтегруючий, який дає змогу характеризувати різні стани водних об'єктів.

Основний недолік більшості класифікацій полягає в тому, що кількісні значення критеріїв, що приведені для одних і тих же класів забруднення, не узгоджені між собою, що призводить до складнощів їх ефективного застосування на практиці. Тобто кількісні значення критеріїв визначаються або на розсуд авторів, або вводяться в систему з інших класифікацій. Безпосередня комбінація критеріїв, взятих з різних класифікацій, не дає бажаних результатів внаслідок різних принципів побудови окремих класифікацій.

Процедура екологічної оцінки якісного стану стічних вод проілюстрована на рис. 1 та складається з трьох етапів:

I етап – встановлення класу і категорії якості води за окремими гідрофізичними та гідрохімічними показниками (IA1... IAi, IB1... IBi, IC1... ICi);

II етап – узагальнення оцінок якості води за показниками, що виражаються в класах і

категоріях, за окремими блоками шляхом встановлення блокових значень класів та категорій якості води (IA, IB, IC);

III етап – визначення інтегральної (комплексної) екологічної оцінки якісного стану води із встановленням класу і категорії для водного об'єкта або його окремої ділянки за певний період спостереження.

Екологічна оцінка якісного стану стічних шахтних вод підприємств вугільної промисловості виконана за середньорічними значеннями гідрофізичних і гідрохімічних показників якості води відповідно до вимог Методики екологічної оцінки якості стічних вод за відповідними категоріями.

Екологічний стан стічних вод оцінювався за комплексом фізико-хімічних та хімічних показників якості води, що включають загальні показники хімічного складу та властивостей стічних вод, які характеризують звичайні властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрації яких можуть змінюватися під впливом антропогенних чинників, а також показники забруднюючих речовин токсичної дії, що найбільш поширені у стічних водах України і впливають на функціонування біоценозів.

Інтегральні кількісні ознаки, що побудовані на інтегруванні елементарних ознак якості води, є узагальнюючими. На основі елементарних і узагальнюючих ознак визначаються класи, категорії та індекси якості води, зони сапробності та ступеня трофності. Визначені за цими ознаками класи і категорії якості води характеризують природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення стічних вод [6, 7]. Класифікація стану стічних вод за гідрофізичними та гідрохімічними показниками наведена в (табл. 1) [5].

Таблиця 1 – Шкала оцінки якісного стану стічних вод за екологічною класифікацією

Показники якісного стану	Показники якісного стану						
Клас якості води	I	II		III		IV	V
Категорія якості води (K)	1	2	3	4	5	6	7
Уточнений діапазон категорії якості води	<1	1,01-2	2,01-3	3,01-4	4,01-5	5,01-6	>6
Стан якості води	відмінні	добрі		задовільні		погані	Дуже погані
		дуже добрі	добрі	задовільні	посередні		
Ступінь чистоти (забрудненості) води	дуже чисті	чисті		забруднені		брудні	дуже брудні
	дуже чисті	чисті	досить чисті	слабко забруднені	помірно забруднені		
Сапробність	олігосапробні		β-мезосапробні		і α-мезосапробні		полісапробні
	β-олігосапробні	α-олігосапробні	β'-мезосапробні	β''-мезосапробні	α'-мезосапробні	α''-мезосапробні	
Трофність (переважаючий тип)	оліготрофні	мезотрофні		евтрофні		політрофні	гіпертрофні
	оліготрофні-олігомезотрофні	мезотрофні	мезоевтрофні	евтрофні	евполітрофні		

Для кожної ділянки спостереження за якісним станом води визначаються середні значення для трьох блокових індексів якості води, а саме: індексу забруднення компонентами сольового складу (IA), індексу екологосанітарних показників (IB), індексу специфічних показників токсичної дії (IC), що віддзеркалюють широкий спектр гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших показників водних екосистем. Значення індексів за окремими гідрофізичними або гідрохімічними показниками (I етап) визначалися на підставі порівняння

середньорічних величин кожного з показників з відповідними критеріями якості води.

Середні значення індексів за окремими гідрофізичними або гідрохімічними показниками можуть бути як цілими так і дробовими числами. Це дозволяє диференціювати оцінку якісного стану води, зробити її більш точною і гнучкою. В цьому випадку уточнене значення категорії якості води визначається за формулою:

$$K_y = K + \frac{(C_i - K_{\min})}{(K_{\max} - K_{\min})}, \quad (1)$$

де K_u – уточнене значення категорії якості води, що відповідає значенню індексу за окремим гідрохімічним або гідрофізичним показником (IA_i , IB_i , IC_i); K – ціле число категорії якості води, що відповідає номеру тієї категорії, до якої належить величина середньорічної концентрації гідрофізичного або якості води; C_i – середньорічне значення концентрації i -го гідрохімічного або гідрофізичного показника якості води у пункті спостереження, мг/дм³; K_{min} і K_{max} – мінімальне і максимальне значення діапазону величин категорії якості води, до якої належить середньорічна величина концентрації i -го показника, мг/дм³.

На основі зіставлення середньорічних значень для кожного показника окремо визначали категорії та клас якості води. Зіставлення середніх значень та визначення класів і категорій якості води за окремими показниками виконували в межах відповідних блоків екологічної класифікації [7]. За значеннями блокових індексів визначали їх приналежність до певного класу та категорії якості води.

Слід зауважити, що з трьох блокових індексів, які характеризують якісний стан поверхневих вод на досліджуваних ділянках, найбільший внесок у сумарне забруднення річкової води привносять компоненти сольового складу (IA), а найменший – показники специфічних речовин токсичної дії (IC). Індекс, що включає екологічні санітарні показники (IB), займає проміжне положення.

ВИСНОВКИ. Для покращення екологічного стану поверхневих водойм на території вугледобувних регіонів виникає необхідність: розробки нових та удосконалення існуючих систем очищення високомінералізованих шахтних вод вугледобувних підприємств; збільшення обсягів повторного використання очищених шахтних вод на технологічні потреби шахт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Феофанов А.Н. Учет тектонической нарушенности при оценке активизации заброшенных выработок. Уголь Украины. №2. 1995. С. 36-37.

2. Колесник В.Є., Долгова Т.І., Кулікова Д.В., Павличенко А.В. Способи і засоби підвищення екологічної безпеки скиду шахтних вод в поверхневі водойми: монографія. Дніпро: Літограф. 2016. 132 с.

3. Кроик А.А., Готвянская В.А. Влияние физико-химических процессов на изменение гидрохимических показателей подземных вод в зоне размещения горнодобывающих предприятий. Вода: проблемы и решения: международная научно-практическая конференция. Днепропетровск. 2012. С. 68-81.

4. Павличенко А.В., Кулина С.Л. Аналіз наслідків впливу вугледобувних підприємств на стан водних об'єктів Червоноградського гірничопромислового регіону. Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства : матеріали Міжнародної науково-практ. конф. Дніпропетровськ: Свидлер А.Л. 2016. С. 101- 103.

5. Гриценко А.В., Васенко О.Г., Верніченко Г.А. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Харків: УкрНДІЕП. 2012. 37 с.

6. Kulikova D.V., Pavlychenko A.V. Estimation of ecological state of surface water bodies in coal mining region as based on the complex of hydrochemical indicators. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2016. №4. С. 62-70.

7. Popovich, V.V. (2016). Phytomeliorative recovery in reduction of multi-element anomalies influence of devastated landscapes. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6(1), 94-114.

METHODOLOGY OF ECOLOGICAL ASSESSMENT OF COAL MINE WASTE WATER

P. Bosak, V. Popovich

Lviv State University of Life Safety

st. Klepariska, 35, Lviv, 79000, Ukraine. E-mail: bosakp@meta.ua

The article highlights the peculiarities of the methodology of environmental assessment of sewage of coal mines. The most effective method is used - the definition of an integral ecological index of water quality. In order to improve the ecological state of surface water bodies in the coal-mining regions, there is a need: to develop new and improve existing systems of clearing of high mineral water mines of coal-mining enterprises; increase in the volume of reuse of treated mine water for technological needs of mines

Key words: methods, methodology, ecology, sewage, coal mines, estimation.

REFERENCES

1. Feofanov A.N. (1995), *"Uchet tektonicheskoy narushennosti pri otsenke aktivizatsii zabroshennykh vyrabotok"*. Ugol' Ukrainy. №2, pp. 36-37. (in Russian)
2. Kolesnik V.E., Dolgov T.I., Kulikova D.V., and Pavlichenko A.V. (2016), *Methods and means of increasing the environmental safety of mine water discharge into surface water bodies: a monograph*. Dnipro: Lithograph. pp.132.
3. Kroik A.A., Gotvyanskaya V.A. (2016), *"Vliyaniye fiziko-khimicheskikh protsessov na izmeneniye gidrokhimicheskikh pokazateley podzemnykh vod v zone razmeshcheniya gornodobyvayushchikh predpriyatiy. Voda: problemy i resheniya: mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya"*. Dnepropetrovsk. pp.68-81 (in Russian)
4. Pavlichenko A.V., Kulina S.L. (2016), *"Analysis of the Impact of Coal Mining Enterprises on the State of Water Objects of the Chervonograd Mining Region"*. The current state and prospects of development of water management: materials of the International scientific-practice", *Conf. Dnepropetrovsk: Svidler A.L.*, pp. 101- 103
5. Gritsenko A.V., Vasenko O.G., and Vernichenko G.A. (2012), *"Methodology of ecological assessment of surface water quality by relevant categories"*. *Kharkiv: UkrNIIEP*. pp. 37.
6. Kulikova D.V., Pavlychenko A.V. (2016) *"Estimation of ecological state of surface water bodies in coal mining region as based on the complex of hydrochemical indicators"* *Scientific Bulletin of the National Mining University*. №4. pp. 62-70.
7. Popovich, V.V. (2016). *Phytomeliorative recovery in reduction of multi-element anomalies influence of devastated landscapes. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*, 6(1),94-114.

ОБ'ЄМНА КОНФІГУРАЦІЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ХЛОРООРґАНІЧНИМИ ПЕСТИЦИДАМИ ТА НОВИЙ СПОСІБ РЕМЕДІАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ

М. В. Катков, к.т.н., доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
Україна, ул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна. E-mail:

mvkatkov@gmail.com

А. І. Юрченко, Завідувач лабораторії природоохоронних заходів в агропромисловому та паливно-енергетичному комплексах

Науково-дослідна установа "Український науково-дослідний інститут екологічних проблем" Мінприроди України

Вул. Бакуліна, 6, м. Харків, 61166. E-mail: urchenko.niier@gmail.com

Е. Г. Пономаренко, к.т.н., доц.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
Україна, вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: ur90137@gmail.com

А. А. Буланова, Студентка 4 курсу ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
Україна, ул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна. E-mail:

bulanovanastasiya@gmail.com

Запропоновані результати комплексної роботи щодо прискореного низькозатратного визначення компонентів хлороорґанічних пестицидів (ХОП) точковим або лінійним джерелом забруднення та новий, швидкий спосіб ремедіації встановлених об'ємів забрудненого ґрунту в умовах їх ізоляції від прилеглих ґрунтових компонентів і ґрунтових вод. Визначення об'єму забрудненого ґрунту базується на використанні регресійної моделі та незначного об'єму досліджуваних проб ґрунту, що дозволяє значно скоротити (у кілька десятків разів) час відбору та аналізу проб, вартість цих операцій, зупиняє процес міграції ХОП з інфільтраційними водами і сприяє швидкому поверненню забруднених ХОП територій в господарський обіг.

Ключові слова: точкове та лінійне джерело забруднення, відбір проб, регресійна модель, об'ємна конфігурація забруднення, новий процес ремедіації.

АКТУАЛЬНІСТЬ РАБОТИ. Гострота і необхідність вирішення проблеми забруднення земель в Україні на території колишніх складів зберігання ХОП наводиться в багатьох публікаціях, наприклад [1–3]. Є посилання на обов'язкове проведення ремедіації цих земель [4], розроблені технології цих процесів [4–7]. Але у всіх цих роботах відсутні стартові пропозиції швидких і не дорогих методів визначення меж об'ємної конфігурації забруднення ґрунтів ХОП до їх гранично допустимих концентрації, тобто первинної інформації щодо об'єму забруднених ґрунтів, їх меж та маси забруднювачів. В той же час отримання цих даних загальноприйнятними методами вимагає коштів і затрат часу. Запропоновані технології ремедіації зазвичай охоплюють поверхневі шари ґрунту. Але слід зауважити, що багаторічне забруднення

ґрунтів ХОП внаслідок інфільтраційних процесів з часом розширює межі розповсюдження, іноді досягаючи ґрунтових вод.

Виходячи з цього слід констатувати:

- глибина проникнення ХОП може значно перевищувати товщу орного шару [8];
- стандартні технології відбору проб ґрунту з глибини більше 2 м відсутні;
- великі затрати часу та витрати коштів на проведення моніторингу на території колишніх складів зберігання непридатних до застосування пестицидів є перешкодою виконання постійного контролю забруднення ґрунтів та проведення їх ремедіації на території чисельних складів (>5000).

Тому метою наших досліджень стала розробка прискореного низькозатратного методу визначення об'ємів забрудненого

грунту ХОП точковими чи лінійними джерелами забруднення [9, 10] та розробки нового способу ремедіації ґрунтів за умови їх ізоляції від прилеглих ґрунтів та ґрунтових вод [11].

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Прискорене низькозатратне визначення об'ємної конфігурації забруднення ґрунту ХОП точковим джерелом забруднення реалізується за рахунок відбору незначної кількості проб ґрунту та визначення на основі результатів їх аналізу об'ємної конфігурації забруднення ґрунту ХОП, що значно знижує (в кілька десятків разів) час відбору та аналіз проб ґрунту, а також їх вартість [9]. Важливою складовою цього дослідження є використання регресійної моделі зміни концентрації забруднення як функції відстані та глибини від точкового джерела забруднення. Це вказує на те, що конфігурація об'єму забруднення ХОП точковим джерелом забруднення утворює конус з висотою, яка перпендикулярна поверхні ґрунту від центра майданчика забруднення.

Проведені дослідження підтвердили що можна використати невелику кількість точок відбору проб ґрунту на відстані від 1 м до 100 м від центра майданчика забруднення і на глибині від 0,1 м до 1 м. і визначити розмір конуса забруднення, в об'ємі якого концентрація ХОП перевищуватиме ГДК.

Реалізація процесу визначення об'ємної конфігурації забруднення ґрунту ХОП лінійним джерелом забруднення аналогічна наведеним розрахункам. Але в математичних розрахунках замість величини відстані відбору проб від центра забруднення, приймається відстань від центру лінії забруднення за координатами x та y на поверхні майданчика забруднення [10].

Для прикладу, на рис. 1 наведено, об'ємний розподіл ДДЄ в ґрунті на території колишнього складу непридатних та заборонених пестицидів у м. Хорол Полтавської області, який розрахований за даною методикою.

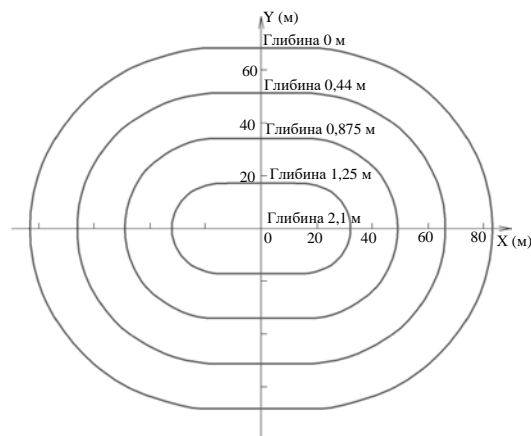


Рисунок 1. Межі об'ємної конфігурації забруднення ґрунту ДДЄ

За основним способом ремедіацію ґрунтів забруднених ХОП пропонується проводити наступним чином [11]:

- По-перше, визначити конфігурацію забруднення ґрунту ХОП з перевищенням ГДК ;
- По-друге, видалити забруднений ґрунт, утворюючи заглиблення;
- По-третє, змішати забруднений ХОП ґрунт з перегноєм;
- По-четверте, утворюють заглиблення ремедіації ґрунту, ізолюють дно та стіни заглиблення для попередження міграції ХОП в незабруднений ґрунт;
- По-п'яте, засипати заглиблення з ізоляцією сумішшю забрудненого ґрунту з перегноєм, а заглиблення, отримане при видаленні забрудненого ґрунту – незабрудненим ґрунтом;
- По-шосте, здійснюється процес: ремедіації забрудненого ХОП ґрунту: засипка сумішшю забрудненого ґрунту з перегноєм для подальшої ремедіації; засипка чистого ґрунту в заглиблення утворене при видаленні забрудненого ґрунту.

ВИСНОВКИ.

Розроблені методики визначення об'ємної конфігурації забруднених ХОП ґрунтів, які базуються на регресивній моделі та обмеженій кількості досліджуваних проб ґрунтів, що дозволяє знизити затрати часу та кошти на виконання експериментальних досліджень. Запропонований новий метод ремедіації

забруднених ХОП ґрунтів, що дозволяє за короткий період повернути забруднений ґрунт в господарський обіг

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Ю.Г. Усунення ризику, пов'язаного з накопиченими в Україні невідомими, непридатними до використання пестицидами. //Тези доповідей II з'їзду токсикологів України. - Київ, 2004. – С.105-106.

2. Іванків М. Я. Особливості міграції та акумуляції хлорорганічних пестицидів у системі «ґрунт - рослина» в умовах західного лісостепу України: дис. канд. с - г наук, спец 03.00.16 – Екологія/ М. Я. Іванків. Львів. – 2016. - 168с

3. Корнет В.А., Підліснюк В.В. Проблема непридатних і заборонених пестицидів на Україні та їх вплив на здоров'я населення. «Екологічна безпека»/- 2010.- т.2. -№ 10.- С. 43 – 45.

4. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. – Stockholm, Sweden. – 2001. – 179 p

6. Lajoie G., Layton A.C., Sayler G.S. Bioremediation process design utilizing in situ

soil washing // Pat. 5618728 (USA). Priority 6.03.1995. Published 8.04.1997.

7. Ранжированный перечень наилучших доступных технологий по очистке загрязненных территорий и ликвидации накопленного экологического ущерба: [Електронний ресурс]. – Режим доступ : <https://studfiles.net/preview/3912843/>

8. Юрченко А. І., Асін В. І., Величко Г. М. та інші. Моніторинг забруднення довкілля в районі розташування об'єктів підвищеної екологічної небезпеки в Харківській області.// В кн.: Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения.: сборник трудов XXII Международной научно-практической конференции. Харьков, июнь 2014 г. В 2 т. Т.1./ ГП «УкрНТЦ

9. Катков М. В., Юрченко А. И., Буланова А. А. Визначення об'ємної конфігурації забруднення ґрунтових компонентів точковим джерелом хлорорганічних пестицидів. Комунальне господарство міст. Науково - технічний збірник. Серія: технічні науки та архітектура випуск 1(147) 2019.ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. с.101-105.

10. Катков М. В., Юрченко А. И., Буланова А. А. Визначення об'ємної конфігурації забруднення ґрунтових компонентів лінійним джерелом хлорорганічних пестицидів. Комунальне господарство міст. Науково - технічний збірник. Серія: технічні науки та архітектура випуск 1(147) 2019.ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. с.106-111.

11. Катков М. В., Никоненко Н. В., Юрченко А. И. Способ ліквідації забруднених ґрунтових компонентів хлорорганічними пестицидами. Патент на корисну модель №126761.10.07.2018номер 10.07 18

VOLUME CONFIGURATION OF EARTH POLLUTION BY CHLORORGANIC PESTICIDES AND A NEW METHOD OF ITS REMEDIATION.

M. Katkov.

Kharkiv National University of Moscow State Thanks imeni O. M. Beketova, Ukraine st. Marshala Bazhanova, 17, metro Kharkiv, 61002, Ukraine.E-mail: mvkatkov@gmail.com

A. Yurchenko.

"Ukrainian Science and Technology Institute of Environmental Problems" Ministry of Natural Resources of Ukraine.

vul. Bakulina, 6, metro Kharkiv, 61166. E-mail: urchenko.niiep@gmail.com

E. Ponomarenko.

Kharkiv National University of Moscow State Thanks imeni O. M. Beketova, Ukraine st. Marshala Bazhanova, 17, metro Kharkiv, 61002, Ukraine.E-mail: yp90137@gmail.com

A. Bulanova,

Kharkiv National University of Moscow State Thanks imeni O. M. Beketova, Ukraine

st. Marshala Bazhanova, 17, metro Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: bulanovanastasiya@gmail.com

The complex work of accelerated low-cost determination of volumes of contaminated soil components of OCPs by point or linear sources of pollution and a new, quick way to remedy the established volumes of pollution in the conditions of their isolation from surrounding ground components and groundwater are proposed. The proposed accelerated, low-cost determination of soil components of OCPs, based on the regression model and the small number of samples studied, can significantly reduce (several tens of times) the time of sampling and analysis of samples and the cost of these operations. will allow to stop the migration of OCPs to soils with aqueous solutions and their migration along food chains and in a short time to return the territories of the former OCP pollution to the economic process.

Key words: turned and linear source of pollution, volumetric configuration of pollution, new process of remediation.

REFERENCES

1. Bondarenko Yu.G. Usuneniya riziku, entrusted with the accumulated in Ukraine nevidimi, pesticides that are unacceptable to Victoria. // This is an advanced II of Ukraine's toxicologists in Ukraine. - Kyiv, 2004. - P.105-106.
2. Ivankiv M. Ya. Special features of migratory and organic chlorine pesticides in the "soil-roslin" system in the minds of the main fossil forest of Ukraine: dis. Cand. with - g sciences, special 03.00.16 - Ecology / M. Ya. Ivankiv. Lviv. - 2016. - 168s
3. Cornet V.A., Pidlisnyuk V.V. The problem of unfriendly and obstructed pesticides in Ukraine and their impact on a healthy population. "Ecological Bezpeka" / - 2010.- t.2. -№ 10.- S. 43 - 45.
4. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. - Stockholm, Sweden. - 2001. - 179 p
5. Lajoie G., Layton A.C., Saylor G.S. Bioremediation process design utilizing in situ soil washing // Pat. 5618728 (USA). Priority 6.03.1995. Published on April 8, 1997.
6. Rulkens W.H., Tichy R., Grotenhuis J.T.C. Remediation of polluted soil, and sediment: perspectives and failures // Wat. Sci. Tech., 1998, 37, No. 8, p. 27–35
7. Ranked list of the best available technologies for cleaning up contaminated areas and eliminating accumulated environmental damage: [Electronic resource]. - Access mode: <https://studfiles.net/preview/3912843/>
8. Yurchenko A. I., Asin V. I., Velichko G. M. ta inshi. Monitoring of labor supply in the district of Roztasuvanny region of educated and ecologically educated people in the Kharkiv region. // In the book: Innovative ways to solve urgent problems of basic industries, ecology, energy and resource conservation .: proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference. Kharkov, June 2014. In 2 vol. T. 1. / SE "UkrSTC
9. Katkov M.V., Yurchenko A.I., Bulanova A.A. Vznazhennya ob'mnogo configuration of soil components with a precision dzherelom organochlorine pesticides. Kommunalnoe gospodarstvo mist. Naukovo - technical sbirnik. Series: Engineering Sciences and Architecture Issue 1 (147) 2019.KHNUMG im. O. M. Beketova. p. 101-105.
10. Katkov M.V., Yurchenko A.I., Bulanova A.A. Vznachennya ob'mnogo configuration of soil components of a linear dzherel organochlorine pesticides. Kommunalnoe gospodarstvo mist. Naukovo - technical sbirnik. Series: Engineering Sciences and Architecture Issue 1 (147) 2019.KHNUMG im. O. M. Beketova. p. 106-111.
11. Katkov M.V., Nikonenko N.V., Yurchenko A.I. A method for eliminating harmful organic components in organochlorine pesticides. Patent for cinnamon, model No. 126761.10.07.07.2018number 10.07 18

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТІКАННЯ НАФТИ ЧЕРЕЗ ДЕФЕКТНІ ОТВОРИ

Г. М. Кривенко, к.т.н., доц., В. В. Керкер.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна. E-mail: galyakrivenko73@gmail.com

Аналіз статистичних даних з аварійності нафтогазових об'єктів підтверджує, що основна кількість відмов пов'язана з розвитком дефектів. При цьому збільшується ризик виникнення небезпечних ситуацій, що призводять до аварій. Основною формою впливу промислового трубопроводу та резервуара на навколишнє середовище є забруднення ґрунтів, водного середовища та атмосфери при витіканні нафти з дефектних отворів. Визначено прогнозовані аварійні втрати нафти в залежності від розташування дефектного отвору вздовж промислового трубопроводу. Наведена прогнозована масова витрата нафти для дефектних отворів, які розташовані на різних відстанях від дна резервуара. Виконано порівняльний аналіз втрат нафти через дефектні отвори різних площ. Найнебезпечнішим є дефектний отвір, що знаходиться найближче до днища резервуара, оскільки нафта може переливатися через обвалування. Наведено відстань від стінки резервуара до обвалування та його висота, які повинні у випадку аварійних ситуацій забезпечити неможливість перетікання нафти через обвалування за максимальної прогнозованої масової витрати.

Ключові слова: *промисловий трубопровід, резервуар, масова витрата, площа, аварійна ситуація*

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

Нафтогазова промисловість України – це провідна галузь паливно-енергетичного комплексу. Забезпечення надійності її роботи впливає на стабільність та розвиток національної економіки.

Одними з основних принципів концепції забезпечення безпеки трубопроводів та ємностей для зберігання нафтопродуктів є організація їх безпечного функціонування та оперативний аналіз виникнення відмов. Ці складові одночасно орієнтують на напрямки наукових досліджень та перелік задач, які необхідно розв'язувати.

Розроблення критеріїв виникнення та розвитку аварійних ситуацій і їх запобігання є одним із основних завдань. Вихідними даними для прогнозування аварійної ситуації є опис технічних відхилень, що призводять до відмов обладнання, аналіз результатів діагностування трубопроводів та помилок обслуговуючого персоналу [1].

Аналіз статистичних даних з аварійності підтверджує, що основна кількість відмов пов'язана з розвитком дефектів. Отже, при цьому збільшується ризик виникнення аварійних ситуацій, що призводять до аварій [2].

Слід зауважити, що промислові трубопроводи та ємності для зберігання нафти експлуатуються не один десяток літ, тому потрібно приділяти особливу увагу стану їх внутрішньої поверхні.

Причини відмов висвітлено у багатьох роботах, зокрема, Р. М. Говдяка, І. І. Мазура, О. М. Іванцова, А. Н. Вороніна, В. К. Ліпського, Я. М. Семчука, О. Ф. Бабаджанової та інших [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Незважаючи на успіхи в дослідженні питань безпечної експлуатації промислових трубопроводів та ємностей для зберігання нафти, все ж виникає ряд труднощів при визначенні можливих аварійних витікань вуглеводневих енергоносіїв.

Метою роботи є прогнозування кількості нафти, що може витекти з дефектних отворів у випадку виникнення аварійних ситуацій.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі: прогнозування масової витрати нафти під час аварійного пошкодження промислового трубопроводу та ємності, в якій зберігається вуглеводневий енергоносій.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Особливу увагу потрібно звертати на частоту витікань нафтопродуктів з промислових трубопроводів та ємностей, де вони зберігаються, оскільки під час відмов відбувається забруднення довкілля та можливе виникнення небезпечних ситуацій, що призводять до пожеж.

Як відомо, вплив на навколишнє середовище промислових трубопроводів проявляється протягом усього експлуатаційного періоду. Основною формою впливу промислового трубопроводу та резервуара на навколишнє середовище є забруднення ґрунтів, водного середовища та атмосфери при витіканні нафти з дефектних отворів. Тому для підвищення екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів необхідно прогнозувати виникнення аварійних ситуацій та ймовірну кількість нафти, що може витікати з дефектного отвору у випадку виникнення аварійної ситуації, та наперед проводити заходи щодо запобігання виникненню відмов.

Прогнозована кількість нафти, що може витікати з дефектного отвору у випадку відмов розрахована за методикою, наведеною в роботі [5].

Коефіцієнт витрати для отворів не круглого перерізу визначається за залежністю [2]:

$$\mu = 0,62 + 0,0612 \cdot \lg \frac{l}{b}, \quad (1)$$

яка використовується в таких межах

$$1 \leq \frac{l}{b} \leq 10,$$

де l – найбільший поздовжній розмір отвору;

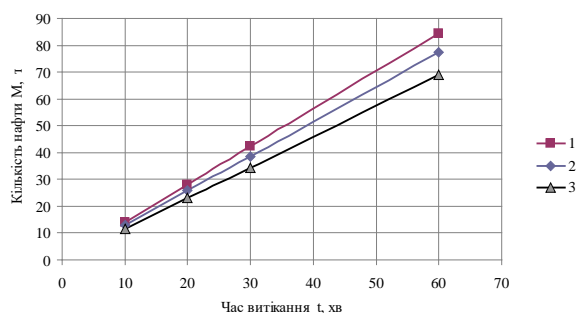
b – найбільший поперечний розмір отвору.

Результати розрахунків прогнозованої кількості аварійних витрат нафти для дефектного отвору у трубопроводі, площа якого становить $0,00128 \text{ м}^2$, зображені на рисунку 1.

Припускаємо, що такі отвори можуть виникати на таких відстанях L_i від початку трубопроводу: 130 м, 1930 м та 3730 м.

З аналізу рисунка 1 слідує, що максимальна кількість нафти, що може витікати у випадку аварійної ситуації,

складає 84,51 т (час витікання 60 хвилин). Мінімальна кількість аварійної нафти за час витікання 10 хвилин – 11,49 т. Прогнозована площа забруднення довкілля складає від 527 м^2 до 3109 м^2 .



1 – $L_1=130$ м; 2 – $L_2=1930$ м; 3 – $L_3=3730$ м.

Рисунок 1 – Кількість нафти, яка витікає через дефектний отвір

Значну небезпеку для довкілля спричиняють витікання з ємностей, де зберігається нафта або нафтопродукти.

Визначимо, яка кількість рідини може витікати у разі пошкодження резервуара, навколо якого є обвалування. Вводяться такі припущення: рідина витікає через отвір у резервуарі сталого перерізу по висоті; діаметр резервуара значно перевищує розміри отвору; надлишковий тиск над вільною поверхнею дорівнює нулю; температура рідини залишається сталою протягом часу витікання.

Об'єм резервуара 1000 м^3 , діаметр резервуара 12,44 м, початковий рівень нафти 8 м, площа отвору $0,00196 \text{ м}^2$. Отвори розташовані на відстані 2, 4, 6 м від дна резервуара, густина нафти 850 кг/м^3 . Висота обвалування 1 м, відстань від стінки резервуара до обвалування 3 м.

Масова витрата рідини G (кг/с) через отвір протягом часу t (с) визначається за формулою [7]:

$$G(t) = G_o \cdot \frac{\rho \cdot g \cdot \mu^2 \cdot A_o^2 \cdot t}{A_p}, \quad (2)$$

де G_o – масова витрата в початковий момент часу;

$$G_o = \mu \cdot \rho \cdot A_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_o - h_i)}, \quad (3)$$

ρ – густина рідини; кг/м^3 ;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

μ – коефіцієнт витрати;

A_o – площа отвору, м^2 ;

h_i - висота розташування отвору, м;

A_p – площа поперечного перерізу резервуара, м²;

h_o – початковий рівень рідини в резервуарі, м.

Рідина, що витекла через отвір, буде переливатися через обвалування за умови [7]:

$$h_o - h_i \geq H + \frac{L}{\mu}, \quad (4)$$

де H - висота обвалування, м;

L – відстань від стінки резервуара до обвалування, м.

Прогнозована кількість нафти для дефектних отворів, які розташовані на різних відстанях h від дна резервуара, наведена на рисунку 2.

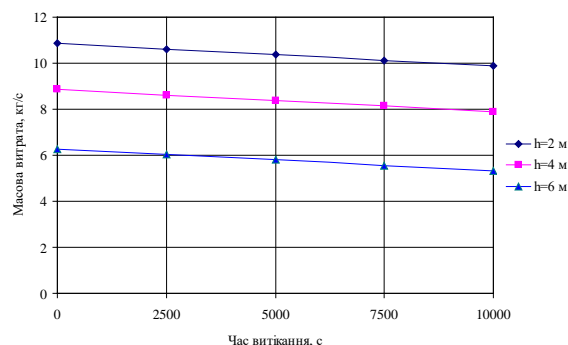
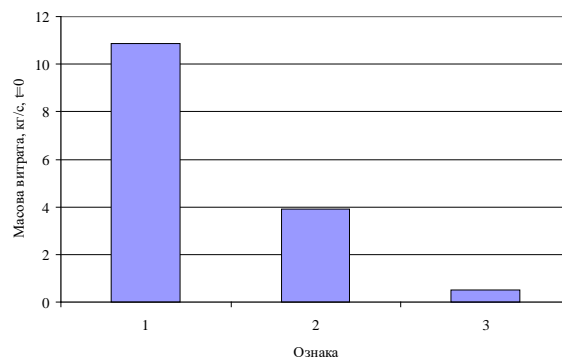


Рисунок 2 – Масова витрата нафти в залежності від часу витікання

З аналізу рисунка 2 слідує, що масова витрата нафти при витіканні через дефектний отвір залежить від площі отвору та на якій висоті від дна резервуара розташований отвір. Якщо рівновеликі отвори знаходяться на відстані 2, 4, 6 м і досліджуються окремо, то максимальна витрата нафти буде при виникненні дефектного отвору на відстані 2 м від днища резервуара. У початковий момент витрата буде 10,856 кг/с. За 10000 с витрата становитиме 9,887 кг/с. Аналогічно для отвору, що знаходиться на відстані 4 м від днища резервуара, масова витрата в початковий момент часу буде 8,864 кг/с. За 10000 с витрата становитиме 7,805 кг/с. Найбезпечнішим є отвір, що знаходиться на відстані 6 м від днища резервуара. Масова витрата в початковий момент часу буде 6,268 кг/с. За 10000 с витрата становитиме 5,317 кг/с.

Згідно (4) $\Delta h \geq 6$, тому найнебезпечнішим є дефектний отвір на відстані 2 м від днища резервуара, оскільки нафта може переливатися через обвалування.

Порівняльний аналіз масової витрати нафти в початковий момент часу через дефектні отвори різних площ A наведено на рисунку 3.



$$1 - A = 0,001962 \text{ м}^2; \quad 2 - A = 0,000706 \text{ м}^2; \\ 3 - A = 0,0000785 \text{ м}^2$$

Рисунок 3 – Початкова масова витрата нафти

Слід зауважити, що дані дефектні отвори створюють загрозу для довкілля. Тому потрібно завчасно проводити заходи щодо забезпечення безаварійної експлуатації промислових трубопроводів та резервуарів.

ВИСНОВКИ. Результати розрахунків свідчать, що кількість аварійних втрат залежить від площі отвору, режиму роботи промислового трубопроводу, перепаду тиску у промисловому трубопроводі.

Кількість аварійних втрат під час витікання нафти з резервуара залежить від площі отвору та висоти розташування дефектного отвору.

Відстань від стінки резервуара до обвалування та його висота у випадку аварійних ситуацій повинні забезпечити неможливість перетікання нафти через обвалування за максимальної прогнозованої масової витрати.

Тому для безпечної експлуатації промислових трубопроводів та ємностей для зберігання необхідно, щоб дефекти будь-якого походження, які виявлені засобами діагностування, були усунені у ході проведення ремонту ще до того, як вони стануть небезпечними.

Подальший напрямок досліджень полягає у розробленні багатофункціональної системи забезпечення екологічної безпеки об'єктів нафтопромислового комплексу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мазур И. И., Иванцов О. М. Безопасность трубопроводных систем. М.: ИЦ «ЕЛИМА», 2004. 1104 с.
2. Енергоекотологічна безпека нафтогазових об'єктів / Р. М. Говдяк та ін. Івано-Франківськ: Лілея –НВ, 2007. 556 с.
3. Бабаджанова О. Ф., Павлюк Ю. Е., Сукач Ю. Г. Пожежонебезпечні аварійні виливи нафти з лінійної частини магістрального нафтопроводу. *Пожезна безпека*: зб. наук. праць. Львів, 2010. №16. С. 84-91.
4. Воронин А. Н., Липский В. К. Анализ комплексного риска в магистральных трубопроводных системах: Материалы XI

Международной учебно-научно-практической конференции «Трубопроводный транспорт- 2016». Уфа: Мир печати, 2016. С. 33-34.

5. Kryvenko G., Vozniak L. Forecasting of emergency oil losses through the defective orifices in industrial pipelines. *World Science. Multidisciplinary Scientific Edition 1* (№ 3 (31)), pp.17-25.

6. Kryvenko G., Vozniak L. Forecast of gas mass flow rate in case of the industrial pipeline ruptures. *Journal of New Technologies in Environmental Science. Multidisciplinary Scientific Edition 3. vol. 2*, pp 109-115.

7. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учебное пособие / Тугунов П. И., Новосьолов В. Ф., Коршак А. А., Шаммазов А. М. Уфа, 2002. 658 с.

FORECAST OF EMERGENCY OIL LEAKAGE THROUGH THE DEFECTIVE ORIFICES

G. Kryvenko, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof, V. Kerker.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

vul. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine, E-mail: galyakrivenko73@gmail.com

The analysis of the accident statistics confirms that the majority of failures are related to the development of defects. This increases the risk of events leading to accidents. The main form of the environmental impact of an industrial pipeline and tank is the aquatic environment pollution, atmosphere and soil pollution caused by oil leakage from defective orifices. The forecasted emergency oil losses are determined depending on the location of the defective orifice along the industrial pipeline. The oil mass flow rate was estimated for defective orifices located at different distances from the bottom of the tank. Comparative analysis of oil leakages through defective orifices of different areas was performed. The most dangerous is a defective orifice closest to the bottom of the tank, as oil can overflow through the fencing. The distance from the wall of the tank to the fencing and its height are shown, which should in the case of emergencies make it impossible to flow oil through the fencing at the maximum estimated mass flow.

Key words: *industrial pipeline, tank, mass flow rate, area. emergency situation.*

REFERENCES

1. Mazur I. I., Ivantsov. O. M. (2004), Safety of the pipeline systems, ITS "EIIMA", Moscow, 1104 p. (in Russian).
2. Govdiak R. M. and et al. (2007), Energyecological safety of oil and gas objects. Lileya - HV, Ivano-Frankivsk, 556 p.
3. Babadzhanova O. F., Pavlyuk Yu. E. and Sukach Yu. G. (2010), Fire hazardous oil spills from the linear part of the main oil pipeline. *Pozhezhna bezpeka* zb. nauk.prats, № 16, pp. 84-91.
4. Voronin A. N., Lipskij V. K. (2016), The analysis of complex risk in the main pipeline systems. Materials of XI of the International educational-scientific-practical conference «Pipeline transport-2016», Ufa: UGNTY, pp. 33-34. (in Russian).
5. Kryvenko G., Vozniak L. (2018), Forecasting of emergency oil losses through the defective orifices in industrial pipelines. *World Science. Multidisciplinary Scientific Edition 1* (№3 (31)), Warsaw, pp. 17-25. (in English).

6. Kryvenko G., Vozniak L. (2018), Forecast of gas mass flow rate in case of the industrial pipeline ruptures. *Journal of New Technologies in Environmental Science*. Multidisciplinary Scientific Edition № 3. vol.2, Kielce, pp. 109-115. (in English).

7. Tugunov P. I., Novosiolov V. F., Korshak A. A., Shammazov A. M. (2002), Typical calculations in the design and operation of oil depots and oil pipelines: *uchebnoe posobie*. Ufa, 658 p. (in Russian).

СИСТЕМА ІНЖЕНЕРНИХ ТА УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГІРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ ЯК ОСНОВА РЕГІОНАЛЬНОГО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

А. Ю. Масікевич¹, М. П. Колотило², В. М. Яремчук², П. М. Лаков³, Ю. Г. Масікевич¹

¹*Вищий державний навчальний заклад України «Буковинський державний медичний університет»*

Театральна площа, 2, м. Чернівці, 58000, Україна. E-mail: yumasik@meta.ua

²*Національний природний парк «Вижницький»*

вул. Центральна, 27а, смт. Берегомет, 59233, Україна. E-mail: wyzhpark@ukr.net

³*Вище училище по агробізнесу та розвитку на регіоні*

бул. Дунав, 78, г. Пловдив, 4003, Бґларія. E-mail: plakov@uad.bg

Досліджено реальний стан та існуючі виклики для екологічної безпеки гірських екосистем Покутсько-Буковинських Карпат (Східні Карпати) та Стара Планина (Балкани). Незважаючи на існуючі відмінності дані екосистеми мають багато спільних ознак ландшафту, клімату та соціально-економічного розвитку. Показано, що сталий розвиток вивчених гірських екосистем в значній мірі зумовлений соціально-екологічним фактором (рівнем розвитку господарського сектору, екологічної освіти, активністю громадських екологічних та культових організацій, станом популяційного здоров'я та «здоров'я» природних екосистем). Запропоновано систему інженерно-технічних та управлінських рішень для мінімізації рівня екологічної небезпеки зазначених регіонів. Серед рекомендованих заходів: використання ефективних технологічних підходів очистки ґрунтів, гірських водотоків та скидів харчових та лісопереробних підприємств («біофільтри» на основі синтетичного матеріалу «ВІЯ», реагентний метод з використанням гіпохлориту натрію, отримання із деревних відходів паливних гранул та брикетів), широкого залучення місцевих громад шляхом їх безпосередньої участі у розбудові громадянського суспільства та сталого розвитку територій.

Ключові слова: гірська екосистема, виклики та ризики, управління екологічною безпекою, інженерно-технічні рішення, участь громадськості, регіональний рівень.

Вступ. В зв'язку із наростанням антропогенного впливу та кліматичними змінами, за останні десятиріччя, гірські території виявилися надзвичайно чутливими до порушення сталого (збалансованого) розвитку (sustainable development) природних екосистем [1]. Для реалізації, прийнятих на міжнародному рівні рамкових конвенцій направлених на збереження гірських регіонів (Альпійська, 1991; Карпатська, 2003 та ін.) [2, 3], особливу актуальність представляє залучення місцевих громад та розроблення механізмів реалізації протоколів конвенцій

на регіональному рівні [4]. Внаслідок нераціонального використання природних ресурсів та ведення господарської діяльності, надмірного туристичного навантаження, розорювання та підрізання схилів, прокладання доріг, тощо, має місце руйнація гірських ландшафтів, знищення біорізноманіття, ерозія ґрунтового покриву, що супроводжуються періодичними паводковими явищами. В результаті господарської діяльності людини гірські екосистеми стали досить вразливими і вимагають, якщо не повного заповідання, то принаймні бережного

відношення та збалансованого використання.

Мета роботи. Обґрунтування інженерно-технічних та управлінських рішень направлених на мінімізацію екологічної небезпеки антропогенно навантажених гірських регіонів.

Матеріал і результати досліджень. На підставі проведених досліджень ідентифіковано джерела забруднення ґрунтів та гідроекосистеми Покутсько-Буковинських Карпат. Показано, що для гідроекосистеми небезпеку представляють:

- мікробіологічне забруднення струмків та водотоків гідроекосистеми Покутсько-Буковинських Карпат;

- органічні забруднення невеликих підприємств переробної промисловості (виробництва спиртопродуктів, соків, пива, переробки молочних продуктів, плодово-ягідних консервів тощо), у яких відсутні зовсім або встановлені малоєфективні очисні споруди;

- дифузійні забруднення внаслідок екологічно небезпечної господарської діяльності населення гідроекосистеми Покутсько-Буковинських Карпат (розораність та забудування в межах водоохоронних зон, забруднення залишковими, незасвоєними сільськогосподарськими рослинами мінеральними добривами).

Що стосується ґрунтів, то їх основним забруднювачем виявилися відходи лісогосподарської та лісопереробної діяльності.

Слід зазначити, що для низькогірних Балкан (зокрема гірських масивів Стара Планина) характерні аналогічні екологічні загрози, за виключенням, хіба що безсистемного вирубування лісових масивів.

Для попередження мікробіологічного забруднення струмків і водотоків ми використовували волокнистий носій типу «ВІА». Змонтований нами очисний пристрій «ВіКа» («ВІА» + «КАШИЦЯ») працює за принципом біоконвеєра, свого часу детально описаний П. І. Гвоздюком [5]. На волокнистих носіях формується

специфічний «біофільтр» у вигляді штучно створеної мікроекосистеми.

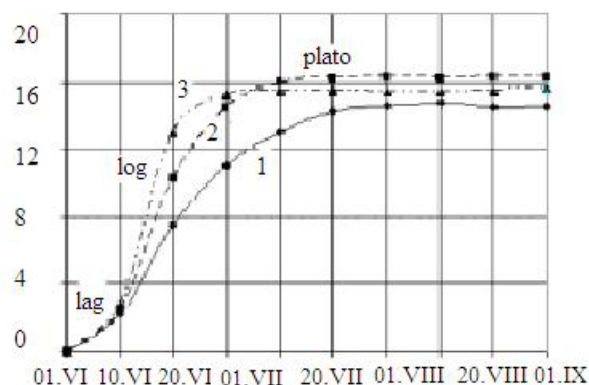


Рисунок 1 – Динаміка нагромадження мікроорганізмів на синтетичних носіях «Віа» і поверхневих водах, що характеризуються різним рівнем антропогенного навантаження: 1 – заповідна зона НПП, 2 – зона стаціонарної рекреації, 3 – прилеглі до НПП території традиційних господарських ландшафтів

Біоконвеєр «ВіКа» нагромаджує значну кількість БГКП (бактерій групи кишкової палички), формуючи просторову сукцесію мікроорганізмів (рис.1), а також трофічний ланцюг гідробіонтів, до яких входять представники восьми систематичних груп: однокленки, веснянки, волохокрильці, двокрилі, турбеларії, нематоди, коловертки та інфузорії.

Переваги запропонованої схеми очистки природних вод у тому, що накопичену на ВІАх біомасу споживають і мінералізують у трофічному ланцюгу інші гідробіонти, про що свідчать показники БСК, ХСК, кількості завислих речовин у воді. Для порівняння зазначимо, що під час очищення стічних вод за допомогою активного мулу в процесі беруть участь тільки найпростіші та бактерії (інші не можуть вижити в токсичній рідині колекторів), тимчасом як у випадку очисної споруди «ВіКа» беруть участь також складніші за структурою гідробіонти (консументи II та III порядку), формуючи більш повний трофічний ланцюг. У природі, апріорі, не існує такого організму, який міг би утилізувати всі види забруднення.

В досліджуваній мікроекосистемі волокнистий носій служить свого роду «домівкою» для мікроорганізмів, рослинних та безхребетних тваринних організмів, де вони здатні нагромаджуватися, що є основою очищення водою. Окрім того, частина бактерій стає елементом живильного ланцюга і служить їжею для безхребетних гідробіонтів. Таким чином спостерігається очищення водою у два етапи: за рахунок адсорбції на синтетичному носії на першому етапі та трофічним ланцюгам на другому. Для мінімізації екологічної небезпеки від забруднення гідросфери стоками підприємств переробної промисловості нами застосовувався реагентний метод знешкодження забруднень (в якості реагенту застосовували розчин гіпохлориту натрію), який є дійовим, надійним, дозволяє забезпечити необхідний ступінь очищення.

Для встановлення адекватності гіпотетичного рівняння кінетики процесу окиснення органічних домішок реальному процесу ми проводили експерименти, результати яких представлені на рис.2.

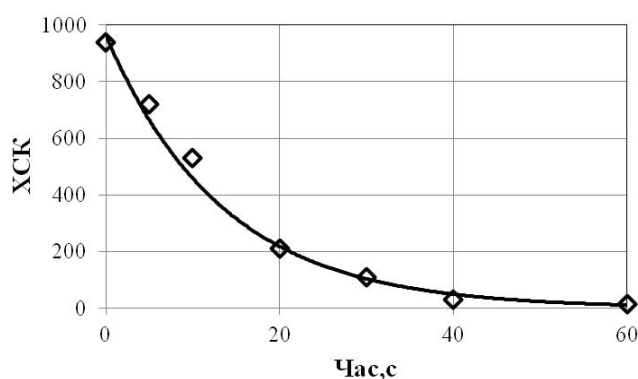


Рисунок 2 – Кінетика процесу окиснення органічних речовин у стоках гіпохлоритом натрію

Як видно з рис. 2, експериментальні точки дійсно задовільно апроксимуються експоненціальною залежністю (коефіцієнт кореляції $R^2 = 0,9762$), рівняння апроксимації має вигляд:

$$XСК = 964,62 \exp(-0,074 t)$$

Як впливає з рівняння, константа швидкості процесу окиснення органічних домішок B складає $0,074 \text{ * } 1/\text{с}$.

Для попередження забруднення ґрунтів вивчалось засмічення їх деревними відходами, була вдосконалена технологія створення паливних гранул, яка дозволяє не лише попередити забруднення, але й отримати відновлювальні джерела енергії – гранульовану біомасу, використання якої призводить до зниження екологічної небезпеки від застосування палива в регіоні, і тим самим зменшити екологічну небезпеку забруднення атмосфери.

Як зв'язуючий компонент при отриманні паливних гранул ми використовували лігніновмісні відходи целюлозно-паперової промисловості, оптимальна концентрація яких становить 20%. Розроблена нами технологія створення паливних гранул методом екструзії на даний момент часу захищена патентом України.

Запропоновані нами інженерно-технічні заходи з успіхом можуть бути застосовані для підвищення рівня безпеки гірських екосистем близьких за ландшафтними, кліматичними та соціально-екологічними умовами.

В процесі проведення досліджень переконливо доказано, що заповідні зони об'єктів ПЗФ можуть служити еталонами для проведення моніторингових спостережень та складання довгострокових прогнозів екологічної безпеки гірських територій.

На прикладі двох досліджуваних нами гірських екосистем встановлено, що особливе місце в підтриманні сталого розвитку територій та розбудови громадянського суспільства належить участі жителів громад через їх участь у культових та громадських організаціях.

При цьому, ефективним підходом є пропагування та демонстрування серед місцевого населення вигод від екологічного ведення господарства, надання пільг та компенсацій за екологічно бережливе ведення приватної господарської діяльності.

Висновки. Запропонована в роботі стратегія мінімізації екологічної небезпеки

для гірської екосистеми базується на застосуванні комплексу заходів технологічного та управлінського характеру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Солодкий В. Д., Масікевич Ю. Г., Моїсєєв В. Ф., Пітак І. В. Основні складові механізми реалізації стратегії Карпатської Конвенції на Буковині. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2012. Вип. 2/12 (56). С. 19–21.

2. Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат // База даних «Законодавство України»/ВР України.

URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_164 (дата звернення: 15.09. 2019).

3. Alpine Convention URL: <https://www.alpconv.org/en/home/>(дата звернення: 15.09.2019).

4. Про схвалення Концепції розвитку гірських територій Українських Карпат: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 квітня 2019 р. №232-р. // База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232-2019-p> (дата звернення: 15.09. 2019).

5. П. Гвоздяк. За принципом біоконвєєра. *Вісник НАН України*. 2003. №3. С. 29–36.

SYSTEM OF ENGINEERING AND MANAGEMENT SOLUTIONS FOR ENVIRONMENTAL SECURITY OF MOUNTAIN ECOSYSTEMS AS THE BASIS OF REGIONAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT

A. Masikevych, Cand.Sc.(Eng.), Assoc. Prof

Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovyna State Medical University»
Theater Square, 2, Chernivtsi, 58000, Ukraine. Email: yumasik@meta.ua

M. Kolotylo, postgraduate

Vizhnytskyi National Nature Park

st. 27a Central, smt. Berehomet, 59233, Ukraine. Email: wyzhpark@ukr.net

V.Yaremchuk, postgraduate

Vizhnytskyi National Nature Park

st. 27a Central, smt. Berehomet, 59233, Ukraine. Email: wyzhpark@ukr.net

P. Lakov, PHD (Eng.), Assoc. Prof

High School of Agribusiness and Regional Development

Blvd. Danube, 78, Plovdiv, 4003, Bulgaria. Email: plakov@uad.bg

Yu. Masikevych, Doctor of Biological Sciences habilitated, Professor

Higher State Educational Institution of Ukraine «Bukovyna State Medical University»

Theater Square, 2, Chernivtsi, 58000, Ukraine. Email: yumasik@meta.ua

The actual state and existing challenges for the ecological safety of the mountain ecosystems of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians (Eastern Carpathians) and Stara Planina (Balkans) have been investigated. It is shown that the sustainable development of the studied mountain ecosystems is largely due to the socio-ecological factor (level of development of economic sector, environmental education, activity of public ecological and cult organizations, population health and "health" of natural ecosystems). A system of engineering, technical and management solutions is proposed to minimize the level of environmental hazard of these regions. Among of recommended measures include the use of biofilters based on synthetic "VIA" material, the reagent method using sodium hypochlorite, the production of fuel pellets and briquettes from wood waste, the involvement of local communities in environmental conservation.

Key words: mountain ecosystem, challenges and risks, environmental safety management, engineering solutions, public participation, regional level.

REFERENCES

1. Solodkiy V. D, Masikevych Yu. G., Moiseev V. F, Pitak I. V. (2012), "The main components of the mechanism of implementation of the strategy of the Carpathian Convention in Bukovina", *Eastern European Journal of Advanced Technology*, Iss. 2/12 (56), pp. 19–21.
2. Framework Convention for the Protection and Sustainable Development of the Carpathians // *Database "Legislation of Ukraine" / Verkhovna Rada of Ukraine..* URL: https://law.work.gov.ua/laws/show/998_164 (Last accessed: 15.09.2019).
3. Alpine Convention. URL: <https://www.alpconv.org/en/home> (Last accessed: 15.09.2019).
4. On approval of the Concept of development of mountain territories of the Ukrainian Carpathians: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of April 3, 2019 No. 232-p. // *Database "Legislation of Ukraine" / Verkhovna Rada of Ukraine.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232-2019-p> (Last accessed: 15.09.2019).
5. P. Gvozdyak (2003), "By the principle of bioconveyor", *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, №3, pp. 29–36.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

О.В. Матухно, к.т.н., доц., А.В. Сибір, к.т.н., доц., М.В.Тютюренко, студент-магістр гр. ЕО01-14м

Національна металургійна академія України

пр. Гагаріна, 4, м. Дніпро, 49000, Україна. E-mail: Helen_mt@ukr.net

Визначено шляхи підвищення екологічної безпеки промислових підприємств України. Проведено аналіз поняття «найкращі доступні технології». Розглянуто критерії вибору найкращих доступних технологій. Представлено посилання на нормативні документи України та Європи стосовно найкращих доступних технологій. Відзначено, що в Україні відсутні переклади довідкових документів або аналоги європейських збірок з найкращих доступних технологій. Охарактеризовано механізми стимулювання впровадження найкращих доступних технологій в Україні. Доведено, що найкращі доступні технології – інструмент забезпечення зниження негативного впливу промислових підприємств на навколишнє природне середовище і людину.

Ключові слова: екологічна безпека, навколишнє природне середовище, найкращі доступні технології, промислові підприємства.

Вступ. Після підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [1] в Україні виникла необхідність активізації вирішення проблем, пов'язаних із підвищенням екологічної безпеки промислового комплексу.

Серед інструментів підвищення екологічної безпеки промислових підприємств слід виділити застосування найкращих доступних технологій (НДТ). Термін НДТ недостатньо роз'яснено у вітчизняній літературі, при цьому впровадження ряду Директив ЄС в Україні має на увазі активне використання НДТ в

практичній діяльності підприємства. Досвід проведення екологічних аудитів промислових підприємств також показав, що рекомендації з модернізації підприємств з впровадженням НДТ викликає у представників виробництва ряд питань. В тому числі: які переваги дає впровадження НДТ, як вибрати з усього різноманіття існуючих технологій найкращу, яким критеріям відповідають НДТ, де можна ознайомитися з їх переліком по галузям.

Мета роботи: аналіз поняття НДТ і визначення основних напрямків застосування НДТ в якості інструменту

підвищення екобезпеки та конкурентоспроможності промислових підприємств України.

Матеріал і результати досліджень. Директива 2010/75/Є [2] вимагає комплексного підходу до контролю викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, їх скидів у водне середовище і на ґрунти, тобто сумарної оцінки впливів викидів і скидів на навколишнє природне середовище (НПС). Це дозволяє уникнути ситуацій, коли зниження рівня забруднення одного виду (наприклад, викидів у повітря) призводить до збільшення забруднень іншого виду (наприклад, стічних вод). У цьому документі також зазначено, що для комплексного запобігання та контролю забруднення НПС підприємства повинні використовувати НДТ.

Термін «найкращі доступні технології» застосовується, перш за все, в контексті нормативно-правових актів, стандартів, правил, норм щодо обмеження викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище з урахуванням стратегії підвищення екологічної безпеки промислових підприємств. Застосування НДТ дозволяє створити рівновагу між вимогою мінімізувати забруднення НПС і реальними технічними можливостями підприємств. Підставою для віднесення нової технології до категорії НДТ є її успішне і економічно ефективне застосування хоча б на одному виробничому об'єкті будь-де в світі, в результаті котрого вплив об'єкта на НПС знизився і відповідає нормативним показникам. Крім того, відмінні ознаки найкращої доступної технології – досягнення з її допомогою істотного ресурсо- та/або енергозберігаючого ефекту і невеликий період окупності (витрати на впровадження нової технології повинні бути порівнянні з витратами на охорону НПС).

Методологія комплексної оцінки впливу НДТ на навколишнє середовище заснована на «Аналізі життєвого циклу» (ISO 14040) [3]. Тобто, для комплексної екологічної оцінки проводиться облік всіх викидів, скидів і відходів, що утворюються в виробничих процесах повного життєвого циклу кінцевого продукту. Далі дані по

альтернативних технологіях порівнюються і робиться вибір на користь технології, найбільш безпечної для навколишнього середовища.

Головна мета застосування НДТ – підвищення екологічної безпеки технологічних процесів шляхом контролю і попередження забруднень НПС з урахуванням можливих витрат і вигод, одержаних в процесі реалізації природоохоронних заходів.

Технічні робочі групи розробляють і представляють у вигляді серії рекомендаційних документів Довідники з НДТ, які в Директиві [2] (ст. 1, п. 13) названо контрольними. Такі документи дозволяють оцінити екологічну ефективність конкретних технологій. У країнах ЄС Довідкові документи з НДТ застосовують при видачі промисловим підприємствам дозволів на викиди шкідливих речовин в атмосферу, скиди стічних вод у водойми та розміщення твердих промислових відходів. Оскільки вдосконалення виробничих процесів і обладнання не припиняється, ці документи доводиться постійно допрацьовувати.

У вітчизняній технічній літературі і нормативній документації питанням використання НДТ в технологічних процесах приділяється недостатньо уваги. Переклади довідникових документів або аналоги збірок НДТ відсутні. Що стосується терміну «НДТ», його аналог фігурує в ряді нормативних документів України. Наприклад, в ст. 3 і 40 Закону України [4] в якості однієї з обов'язкових екологічних вимог названо впровадження «новітніх» технологій. Вимоги щодо застосування НДТ в Україні сформульовано також в Інструкції [5]. У Додатку 3 до цієї Інструкції надано перелік виробництв та технологічного устаткування, що підлягають обов'язковому впровадженню найкращих доступних технологій і методів управління, а в Додатку 7 вказано заходи щодо впровадження найкращих методів управління, а також найкращих з існуючих технологій виробництва, які не потребують надмірних витрат.

У п. 2.11 Інструкції [5] розглянуті особливості впровадження НДТ для вже

існуючих і новостворюваних об'єктів. Зокрема, відзначено, що застосування НДТ на вже існуючих об'єктах не повинно призводити до надмірних витрат, а на новостворюваних об'єктах НДТ слід освоювати в разі економічної й технічної доцільності, фінансової доступності з точки зору витрат і значної ефективності, що дозволяє досягти високого рівня захисту НПС.

Розпорядженням Кабміну України [6] затверджено План імплементації Директиви 2010/75/ЄС, згідно з яким для зниження рівня шкідливого впливу забруднюючих речовин на НПС повинна здійснюватися модернізація вітчизняного виробництва шляхом впровадження НДТ.

Слід зазначити, що під найкращими доступними технологіями розуміють як безпосередньо технології та технічні пристрої, так і способи їх проектування і створення, обслуговування та експлуатації, виведення з експлуатації, організаційні системи і інструменти управління і контролю.

Визначимо критерії вибору НДТ:

- раціональне споживання сировини, матеріалів і води;
- забезпечення високої енергоефективності;
- застосування маловідходних процесів;
- величина характеру і масштабів впливу на навколишнє середовище;
- можливість зниження питомих значень емісій, пов'язаних з технологічним процесом;
- застосування в технологічних процесах речовин, з найменшим ступенем небезпеки для людини та довкілля;
- виключення особливо небезпечних речовин;
- зниження ймовірності аварій;
- можливість регенерації та повторного використання відходів технологічних процесів;
- наявність фактів успішного застосування в промислових масштабах подібних процесів, установок, методів управління;
- терміни введення в експлуатацію для нових і модернізованих установок;
- економічна прийнятність для

підприємства і галузі.

Важливим питанням є мотивація підприємств у впровадженні НДТ. Сучасні передові підприємства, які прагнуть підвищити свою конкурентоспроможність на світовому ринку, впроваджують НДТ як для поліпшення екологічних показників і створення «зеленого» іміджу, так і для підвищення якості продукції, організації безпечних і комфортних умов праці.

Для стимулювання впровадження НДТ в Україні можна посилювати штрафні санкції, але також необхідно впроваджувати і інструменти економічного стимулювання (як це було зроблено в Європі), наприклад, вводити пільги для підприємств, що впроваджують НДТ. Такими пільгами можуть бути: прискорена амортизація обладнання НДТ, зарахування плати за забруднення навколишнього середовища в рахунок інвестицій у НДТ, відмова від справляння плати за негативний вплив після впровадження НДТ та інше.

Слід враховувати, що застосування НДТ у виробництві дозволяє не лише знизити вірогідність виникнення екологічно небезпечних ситуацій і зменшити енерговитрати, але і призводить до прискореного технічного розвитку, підвищенню економічної ефективності, поліпшенню фінансових результатів підприємств. Крім того, впровадження НДТ є необхідною умовою виходу на світові ринки. Тому всі провідні підприємства здійснюють кардинальну модернізацію виробництва з урахуванням принципового положення Директиви 2010/75/ЄС – вимоги постійного зниження рівня негативного впливу на НПС за рахунок впровадження НДТ.

Висновки. Одним із сучасних підходів до підвищення екобезпеки та конкурентоспроможності промислових підприємств України є впровадження НДТ.

НДТ слід розглядати не лише як інструмент захисту навколишнього середовища, а й як інструмент стимулювання модернізації існуючих виробництв, що приводить їх у відповідність до світових вимог енерго- та ресурсоефективності, до підвищення конкурентоспроможності промисловості, до

прискороеного технічного розвитку.

При виборі НДТ в першу чергу слід враховувати еколого-енергетичну ефективність, економічну доцільність, специфічні особливості конкретного виробництва.

В Україні спостерігається низький рівень інформованості з питань використання найкращих доступних технологій в різних технологічних процесах. Зокрема, відсутні переклади закордонних довідників з НДТ та вітчизняні аналоги таких довідників, що свідчить про необхідності їх розробки.

Європейський досвід показує, що активне впровадження НДТ можливо лише в разі використання інструментів економічного стимулювання і пільг для підприємств, що проводять модернізацію.

Для вітчизняної економіки перехід до активного впровадження НДТ є надзвичайно актуальним питанням у зв'язку з необхідністю приведення виробництва у відповідність до вимог світового ринку та екологічного законодавства України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. URL: http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=248387631

2. Директива 2010/75/ЄС європейського парламенту та Ради від 24 листопада 2010

року про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення // Офіційний вісник Європейського Союзу, L 334, 17 грудня 2010 р. С. 17–119. URL: http://www.greenmind.com.ua/images/2016/dir_2010_75_ua.pdf (дата звернення: 14.09.2019)

3. ISO 14040. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. URL: <https://web.stanford.edu/class/cee214/Reading/s/ISOLCA.pdf> (дата звернення: 14.09.2019)

4. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України // Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1991. № 41. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 14.09.2019)

5. Наказ N 108 від 09.03.2006 Про затвердження Інструкції про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0341-06/page> (дата звернення: 14.09.2019)

6. План імплементації Директиви 2010/75/ЄС Європейського Парламенту та Ради про промислові викиди (комплексне запобігання і контроль забруднень) (переглянута). URL: http://www.kmu.gov.ua/document/248103087/Dir_2010_75.pdf (дата звернення: 14.09.2019)

MODERN APPROACHES TO ENHANCING ENVIRONMENTAL SAFETY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

E. Matukhno, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof, A. Sibir, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof, M. Tiutiurenko, magister

National Metallurgical Academy of Ukraine

Gagarina ave., 4, Dnipro, Ukraine, 49005. E-mail: Helen_mt@ukr.net

The ways of increasing the ecological safety of industrial enterprises of Ukraine are determined. The analysis of the concept of «best available technologies» is carried out. The criteria for selecting the best available technologies are considered. The regulatory documents of Ukraine and Europe regarding best available technologies are considered. It is noted that in Ukraine there are no translations of reference documents or analogues of collections of the best available technologies. Methods of stimulating the introduction of best available technologies in Ukraine are described. It is proved that best available technologies is a tool which reduces the negative impact of industry on the environment and human.

Key words: ecological safety, natural environment, the best available technologies, industrial enterprises.

REFERENCES

1. Ugoda pro asociaciyu mizh Ukrainoyu, z odniyei storoni, ta Yevropejskim Soyuzom, yevro-pejskim spivtovaristvom z atomnoyi energiyi i yihnimi derzhavami-chlenami, z inshoyi storoni [Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other part], URL:

http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=248387631 (in Ukrainian)

2. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj>

3. ISO 14040. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. URL: <https://web.stanford.edu/class/cee214/Readings/ISOLCA.pdf>

4. Zakon Ukraini Pro ohoronu navkolishnogo prirodnogo seredovischa [Law of Ukraine On Environmental Protection] // Vidomosti Verhovnoyi Radi Ukraini (VVR). 1991. № 41, URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (in Ukrainian)

5. Nakaz N 108 vid 09.03.2006 pro zatverdzhennya instruktsiyi pro zagalni vimogi

do oformlennya dokumentiv, u yakih obgruntovuyutsya obsyagi vikidiv, dlya otrimannya dozvolu na vikidi zabrudnyuyuchih rechovin v atmosferne povitrya statsionarnimi dzherelami dlya pidpriemstv, ustanov, organizatsiy ta gromadyan-pidpriemstv [Order N 108 of 09.03.2006 On Approval of the Instruction on general requirements for the issuance of documents in which emissions are justified to obtain permission for the emissions of pollutants into the air by stationary sources for enterprises, institutions, organizations and entrepreneurs], URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0341-06/page> (in Ukrainian)

6. Plan implementaciyi Direktivi 2010/75/YeC Yevropejskogo Parlamentu ta Radi pro promislovi vikidi (kompleksne zapobigannya i kontrol zabrudnen) (pereglyanuta) [Implementation plan for Directive 2010/75 / EC of the European Parliament and of the Council on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (revised)], URL: http://www.kmu.gov.ua/document/248103087/Dir_2010_75.pdf (in Ukrainian)

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ТРАВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ ТА ГАЛЬВАНІКИ

А.А.Нестер, к.т.н., доц.

Хмельницький національний університет

вул.Інститутська 11, м.Хмельницький, 29016,Україна,e-mail: nesteranatol111@gmail.com

Коротко викладені основні аспекти негативного впливу відходів виробництва плат і гальваніки на довкілля. Приведені розрахунки сумарного індексу небезпеки шламу при існуючому положенні збереження шламів на території підприємства.

Виконано прогноз засолення ґрунтів і порід зони аерації на техногенно порушеній території на різні строки одного з підприємств України. Це дає уявлення про небезпеку для навколишнього середовища на території підприємства та за його межами.

Щоб уникнути накопичення шламів на території підприємств пропонується використати технологію регенерації відпрацьованих розчинів травлення, при якій виділений метал використовується як вторинна сировина для виробництва міді а регенований розчин повторно використовується для травлення друкованих плат.

Отримані результати можуть бути застосовані у виробництві друкованих плат для зменшення впливу відходів виробництва на довкілля, а також отримання дешевої сировини із стічних вод промислових підприємств.

Ключові слова: стічні води, регенерація, мідь, друкована плата,гальванічне виробництво

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

Гальванічне виробництво є одним з найнебезпечніших джерел забруднення навколишнього середовища, головним чином поверхневих і підземних водойм, через утворення великого об'єму стічних вод, а також великої кількості твердих відходів, особливо від реагентного способу знешкодження стічних вод. [1]. Сполуки металів, що виносяться стічними водами гальванічного виробництва, досить шкідливо впливають на екосистему ґрунт-рослина-тваринний світ-людина. Це обумовлює необхідність створення такої системи захисту навколишнього середовища, при якій виключалася б можливість попадання мідних сполук за межі підприємства. Іншими словами, організація виробництва повинна будуватись таким чином, щоб усі розчини використовувались тривалий час, а вода була б оборотною [1].

За деякими оцінками загальні витрати виробництва міді з вторинної сировини на 35-40 % нижчі, ніж з первинної [2]. Метою роботи є оцінка ефективності повторного використання стічних вод за рахунок регенерації та використання міді зі стічних вод виробництва плат та гальваніки.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Інтенсивний розвиток промисловості і пов'язане з ним збільшення обсягів відходів основних

виробництв і забруднення довкілля висувають на перший план питання, пов'язані з повною переробкою і подальшим використанням ТПВ та відходів виробництва.

Найбільш ефективним способом утилізації ТПВ є вторинне використання відходів виробництва. Вони є безкоштовними, економічно значимими в господарюванні, є сировиною для виробництва чорних і кольорових металів, екологічно чистих біохімічних добрив, побутових товарів, для енергетики, а також продуктами для будівельних і оздоблюваних робіт, текстильного виробництва, металургії, машинобудування тощо. Компоненти, що входять до складу ТПВ, часто в два-три рази дешевші, ніж сировина, спеціально підготовлена для наступної переробки. Витрата палива на виробництво гуми, пластмаси, целюлози і паперу при використанні відходів зменшується на 10-40 %, а питомі капіталовкладення – на 30-50 %. Разом з тим широке використання відходів виробництва позитивно позначається не лише на ефективності роботи підприємств і збільшенні випуску продукції, але й на ресурсному потенціалі країни, що дозволяє зменшити забруднення повітряного і водного середовища, а також скоротити площі корисних земель під відвали та шлакосховища відходів. Серед всіх

екологічних проблем, з якими зараз зіткнулася Україна – питання забезпечення населення питної водою посідає перше місце. З одного боку це обумовлено недостатньою забезпеченістю водними ресурсами (серед країн Європи Україна є однією з найменш забезпечених), з іншого – значним забрудненням поверхневих джерел водопостачання.

За даними Держкомстату, за 2015 рік у водні об'єкти країни було скинуто близько 8 млрд м³ стічних вод.

Багаторічна енергетично-сировинна спеціалізація, а також низький технологічний рівень промисловості України поставили її в число країн з найбільш високими абсолютними обсягами утворення та накопичення відходів. Обсяг утворення відходів у 2015 р. становив 312 млн т. Скорочення обсягів виробництва, яке спостерігалось у більшості галузей економіки суттєво не позначилося на загальній ситуації щодо утворення відходів. Відходи накопичуються у вигляді шламосховищ, териконів, відвалів, різних звалищ. Площа земель, зайнята ними, становить близько 180 тис. га [3].

Сьогодні, на кожних 100 тис. жителів, в землю закопується приблизно 2000 т металу, 10000 т паперу і картону, 3000 т пластика, 1500 т скла, 1500 т текстилю, близько 400 вагонів вагою по 50 т. Вартість за цінами вторинної сировини складає 2 млн дол. або 20 млн дол. для міста з мільйонним населенням [1].

Нині гостро стоять проблеми очищення води від іонів важких та кольорових металів у гальванічних виробництвах та у виробництві плат. Найбільш поширені реагентні технології вилучення цих металів з води не забезпечують необхідної ефективності очищення води для її повторного використання, призводять до утворення і накопичення токсичних шламів, які продовжують накопичуватись на територіях як діючих підприємств колишнього СРСР, так і заново утворених. Не вирішеним залишається питання утилізації регенераційних розчинів, що утворюються при застосуванні іонообмінних технологій, які дозволяють

створювати замкнені системи водокористування у гальванічних виробництвах.

Екологічне благополуччя водних екосистем значною мірою визначається водним менеджментом, направленим на створення та розвиток маловідходних систем замкненого водопостачання, запобігання скиду забруднюючих речовин у водні об'єкти, створення ресурсозберігаючих технологій. Таким чином, актуальним є створення та розвиток технологій, які повинні бути економічно доцільними та зводити до мінімуму можливість утворення джерел забруднень та ризик забруднення навколишнього середовища.

Виготовлення друкованих плат є комплексом складних технологічних операцій. Виробництво використовує цілий ряд електролітів і технологічних розчинів, які є джерелами забруднення навколишнього середовища. Після скидання відпрацьованих травильних розчинів необхідно виконати їх знешкодження.

Обстеження показали, що підприємствами, які займаються виготовленням друкованих плат скидається цілий спектр металів – залізо, нікель, хром, мідь та ін. [1, 3].

Більш глибокий аналіз відходів виробництва, показує, що основними джерелами забруднень виробництва радіоелектронної апаратури є гальванічне виробництво і виробництво друкованих плат, тому що найбільша кількість токсичних компонентів, насамперед, іонів металів, надходить з мідьмісткими розчинами [2].

Основним підприємством, що забезпечує спеціальним технологічним устаткуванням для виробництва друкованих плат є завод ПАТ «Темп» (м. Хмельницький) та декілька невеликих цехів, які суттєво збільшують парк обладнання в Україні. За період існування підприємством випущено біля 3000 одиниць спеціального технологічного устаткування, аналіз роботи якого показав, що при його експлуатації протягом року, обсяг забруднень, які скидаються з водою, становить відповідно: мідь – 20 тис. т, олово – 50 т, свинець – 40 т, золото – 0,1 т, титан – 0,35 т, нікель – 0,25 т,

тантал – 0,25 т [1].

Джерелом утворення мідь містких концентрованих розчинів виробництва друкованих плат є операції міднення і травлення, а тому основним металом забруднюючим навколишнє середовище при виробництві друкованих плат є мідь, що надходить з водою від виконання операцій травлення. У такий спосіб розробка ефективних технологій, що дозволяють виключити скидання цих розчинів є актуальною задачею.

При травленні плат відходами процесу є CuCl_2 при проведенні процесу в кислому середовищі, або $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$ в процесі лужного травлення. Для визначення маси відходів використаємо формули відходів CuCl_2 та $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4$.

Масова доля дозволяє визначити загальну масу відходів.

Маса відходів $M_g(\text{CuCl}_2) = 63,5 + 35,5 \cdot 2 = 63,5 + 71 = 134,5$.

При 0,5 кг стравленої міді з 1 м^2 підложки маса відходів складе

$$M_g[(\text{Cl}_2/\text{Cu}) \cdot 0,5 + 0,5] = [(71/63,5) \cdot 0,5 + 0,5] = 0,56 + 0,5 = 1,06 \text{ кг.}$$

Аналогічно визначимо масу відходів при лужному травленні

$$M_g\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 = 63,5 + 144 + 1 \cdot 12 = 63,5 + 68 = 131,5.$$

При 0,5 кг стравленої міді з 1 м^2 підложки маса відходів складе

$$m_g[(\text{NH}_3)_4/\text{Cu}) \cdot 0,5 + 0,5] = [(68/63,5) \cdot 0,5 + 0,5] = 0,54 + 0,5 = 1,04 \text{ кг.}$$

При продуктивності лінії $12\text{ м}^2/\text{год}$ кількість шламів за 8 год роботи сягає величини більше 96 кг, що при місячній однозмінній роботі складе 2100-2150 кг.

Сучасні підприємства, які в кращий для виробництва час виробляли приблизно $4 \cdot 10^3\text{ м}^2$ плат, накопичили на своїй території по 1500-3000 тон відходів за рік в вигляді шламів, які зберігаються в ємностях, поліетиленових мішках та попадають під дію атмосферних осадів. В процесі дії на них атмосферних осадів солі вимиваються та переходять в ґрунт, поверхневі води, забруднюючи НПС та підвищуючи рівень екологічної небезпеки.

При зберіганні солей від травлення плат і гальваніки ґрунти, на яких знаходяться солі, засолюються і це призводить до

негативних явищ. З огляду на викладене вище, нами виконано прогноз засолення ґрунтів і порід зони аерації на техногенно порушеній території на різні терміни. Солі від поверхні землі рухаються у нижні горизонти зони аерації за законами молекулярної дифузії. Відповідно до теорії фізико-хімічної гідродинаміки пористих середовищ цей процес можна описати рівнянням руху і збереження маси речовини в похідних для вертикального масопереносу [1]:

$$D_m \frac{d^2 C}{dx^2} = n \frac{dC}{dt}, \quad (1)$$

де, D_m -коефіцієнт молекулярної дифузії, $\text{м}^2/\text{доб}$;

C -засоленість порід, % щільності сухого ґрунту;

n -об'ємна вологість, частки одиниці;

x -просторова координата, м;

t -годинникова координата, доба.

Аналітичне рішення рівняння (1) для завдання в такій постановці має вигляд:

$$C_x = (C_n - C_o) \operatorname{erfc} \frac{x}{2 \sqrt{\frac{D_m t}{n}}}, \quad (2)$$

де, C_x - прогнозна величина засоленості на глибині x_m від поверхні землі, %; C_n - засоленість на поверхні (насіпний пласт солей), %;

C_o -засоленість ґрунту до початку складування, %;

x -відстань розрахункових точок від початку координат, тобто від поверхні землі, м;

t -термін прогнозного розрахунку, доба;

erfc -табульований експоненціальна функція; n -об'ємна вологість, частки од.

Рух солей здійснюється тільки по поровому простору. Пори займають 0,4 одиниці об'єму породи, тому максимальне значення C_n -складе 40 % на кордоні 1 роду-поверхні землі. У нашому випадку ми вибираємо для розрахунку розрахункові точки через 0,5 м до рівня ґрунтових вод. Для розуміння процесу визначимось з величинами засоленості: при наявності солей менше 0,3 % ґрунти вважаються засоленими, 0,3...0,5 % - ґрунти слабо засолені. Всі ґрунти утримують

певну кількість солей. Засоленість вимірюється у відсотках сухого ґрунту [4].

Коли на поверхні ґрунту лежить сіль, це відповідає граничній умові першого роду. Для прогнозного розрахунку прийняті наступні вихідні дані:

C_0 -засоленість ґрунту до початку складування складе 0,2 %;

D_m -коефіцієнт молекулярної дифузії, $(1-9) \cdot 10^{-5}$ м²/добу. При розрахунках рухомих солей значення приймають величиною (максимально) $9 \cdot 10^{-5} = 0,00009$ м²/доба;

x -відстань розрахункових точок від початку координат; тобто від поверхні землі відстань складе 0,5 м;

t -термін прогнозного розрахунку пропонується взяти рівним 1 рік (365 днів).

Підставляючи в формулу 2 вибрані величини отримаємо значення:

$$Cx = (Cn - Co) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\frac{D_m t}{n}}} = (100\% - 0,2\%) \operatorname{erfc} \bullet$$

$$\bullet \frac{0,5}{2\sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 365}{0,23}}} = 99,8 \operatorname{erfc} 1,98 = 99,8 \cdot 0,005 = 0,499$$

Для прогнозного розрахунку початок координат вибрано на поверхні землі, відстань між розрахунковими точками $\Delta x = 0,5$ м, засоленість $C_0 = 0,2\%$, $C_n = 40,0\%$, $n = 0,23$, $D_m = 1 \cdot 10^{-5}$ м²/доба.

Величина, обумовлена розрахунком, показує, що через 1 рік після відсіпання солей верхній півметровий шар зони аерації перейде в категорію слабо і середньо засолених.

TITLE

A.Nester

Khmelnytsky National University

vul. Institutskaya, 11, Khmelnytsky, 29016, Ukraine. e-mail: nesteranatol111@gmail.com

Utilization of wastes of digestion of PCBS and electroplating

The main aspects of negative effects of the wastes from produced boards and electroplating equipment on the environment are outlined. The summary index calculations on the danger of slurry at present conditions of storing slurries on the territory of enterprises are presented.

The prognosis of soil and breed salinity of zone of suspend water is executed on the technogenic broken territory on the different terms of one Ukrainian enterprise. It gives an idea about a danger for an environment in-plant and after his limits. In order to avoid the accumulation of slurries on the territory of enterprises, it is proposed to apply the technology of regenerating spent etched solutions, so that the recovered metal may be used as secondary raw material for copper production, and the regenerated solution may be reused for etching printed circuit boards. The research findings can be implemented in the production of printed circuit boards in order to reduce the effects of production wastes on the environment and obtain cheap raw materials from industrial wastewaters.

Key words: sewer water, regeneration, copper, PCBS, galvanic production

У наступні роки вміст солей буде збільшуватися в часі й по глибині. Через 10 років сольовий профіль досягне глибини 1,5-2м, що створить серйозну загрозу нижче лежачим підземним водам.

При такому вмісті солей повна відсутність будь-яких живих організмів і рослин гарантована на довгі роки і після ліквідації складу зберігання шламів.

ВИСНОВКИ. Розрахунок дозволяє зрозуміти згубність зберігання шламів на території підприємства та дає напрямок робіт для розвитку технологій переробки та повторного використання травильних розчинів в процесі травлення друкованих плат.

Література

1. Нестер А.А. Монографія. Очистка стічних вод виробництва друкованих плат / А.А. Нестер. Видавництво Хмельницького національного університету, 2016. 219 с.

2. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / В. С. Білецький [і др.]. за ред. В. С. Білецького. —

Д.оноцьк : Східний видавничий дім, 2004—2013.

3. Кольорова металургія України. / І.Ф. Червоний [і др.]. за ред І.Ф. Червоного Т. 1, ч. 1: монографія. – Запоріжжя: ЗДІА, 2014.- 380 с.

4. Вредные химические вещества: Неорганические соединения элементов I - IV групп: Справочник / В.А.Филов. под общей ред. В.А.Филова. - Л.: "Химия", Ленинградское отделение. - 1988. - 512 с.

REFERENCES

1. Nester A.A. Monograph PCBS wastewater treatment [*Ochystka stichnykh vod vyrobnytsva drukovanykh plat*] / from A.A. Nester Khmelnytsky National University Publishing House, 2016. 219 p.s.

2. Small Mineral Encyclopedia: 3 t. [*Mala girnychycha entsyklopediya u 3 t*] / V. S. Beletsky [and others]. for ed. V. S. Biletsky. - Donetsk: Eastern Publishing House, 2004-2013.

3. Standard of Ukraine. [*Kolorova metalurgiya Yukrainy*] / I.F. Chervoniy [and

others]. for ed. I.F. Chervoniy T.1, part 1: monograph. Zaporizhzhya: ZDIA, 2014-380,p.s

4. Harmful chemicals: inorganic compounds of elements of I-IV groups: a guide [*Vrednye khimicheskie veschestva: Neorganicheskie soedineniya elementov I – IV grup. Spravochnik*] / VA Filov. under the general for ed. VA Filov - L.: Chemistry, Leningrad Branch. - 1988 - 512 p.s.

ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОПЛИВНО-ВОДОРОДНЫХ СМЕСЕЙ

Ю. В. Евстигнеев, аспирант, Л. И. Лейбович, к.т.н., доц., П. А. Пацурковский, к.т.н., ассистент Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, пр. Героев Украины 9, г. Николаев, 54025, Украина. E-mail: recycle.lev@gmail.com

Синтетические углеводородные и возобновляемые экологически чистые моторные топлива перспективны в качестве как основных, так и дополнительных энергоносителей. Обоснована актуальность применения водорода, который не только эффективно замещает нефтяные топлива, но и позволяет в качестве каталитической добавки к углеводородному топливу повысить эколого-экономические показатели ДВС. Показано, что использование водорода, как добавки к топливам, существенно снижает загрязнение окружающей среды супертоксикантами – канцерогенно-мутагенными ингредиентами.

Ключевые слова: моторные топлива, водород, загрязнение окружающей среды.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. По мнению многих специалистов разных стран в ближайшем будущем никакой массовой замены традиционным ДВС не осуществится. По крайней мере, как минимум на ближайшие два десятилетия ДВС остается основным и самым распространённым типом силовой энергетической установки, особенно в тех местах, где необходимы высокая выходная мощность и автономность. Поэтому компании, производящие двигатели, вынуждают искать новые решения энергетических и экологических проблем.

Нормы по токсичным выбросам ДВС ужесточаются каждые пять лет примерно в два раза. Невыполнение требований директив Еврокомиссии по выбросам CO₂ ведет к снижению конкурентоспособности двигателей и потере рынка их сбыта, а невыполнение норм по токсичности - к запрету на их продажу. Ввиду

перечисленных выше факторов актуальным направлением на ближайшее время является поиск технических решений, направленных на поиск альтернативных моторных топлив [1].

К альтернативным топливам для ДВС относят:

- природный газ как наиболее эффективный энергоноситель на переходный период;
- синтетические топлива на основе спиртов и диметилового эфира;
- биотоплива;
- электроэнергия;
- водород в качестве добавки к основному топливу [3].

Делая выводы из выше изложенного, на сегодняшний день наиболее универсальный энергетический ресурс – водород, применение которого в качестве топлива для ДВС можно реализовать на основе трех концептуальных подходов [2]:

- традиционные ДВС с использованием водорода как небольшой добавки к основному топливу;

- водородный двигатель с принудительным зажиганием водородно-воздушной смеси;

- водородный дизель с непосредственным впрыскиванием в цилиндр газообразного или жидкого водорода.

При использовании водорода толщина пристеночного слоя, в котором не происходят окислительные процессы, примерно в 5 раз меньше, чем у нефтяных топлив. Это показывает высокую эффективность влияния водорода на кинетические процессы сгорания смеси во всем объеме [1]. Вследствие чего возрастает полнота сгорания топлива, и снижается эмиссия токсических веществ, благодаря этому существенно снижаются количество вредных выбросов остаточных углеводородов и сажи, а также окисей углерода и азота [4].

При сгорании водорода в ДВС выбросы CO_2 , CO , углеводородов и сажи присутствуют в дымовых газах в очень небольшом количестве. Это связано в основном со сгоранием смазочного масла в камере сгорания, расход которого не превышает в современных двигателях 0,01-0,05 л/100 км.

Основными токсичными компонентами, образующимися при сгорании водорода в двигателе, являются оксиды азота (NO_x). В двигателе с принудительным зажиганием во время сгорания водорода на полной нагрузке максимальные выбросы NO_x практически в 2 раза выше, чем при сгорании углеводородных топлив из-за повышенной температуры горения H_2 . Однако на частичных нагрузках, содержание NO_x в дымовых газах можно поддерживать на низком уровне, работая на бедных топливовоздушных смесях.

Цель работы: дать оценку снижения токсичности дымовых газов при использовании топливно-водородных смесей.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В исследования [3] для ряда легковых автомобилей с ДВС типа ЗМЗ проводились испытания на режимах движения транспорта в городе при использовании различных топлив. Исследования показали, что использование топлив с повышенным содержанием H_2 , а также оборудование автомобилей системами каталитической нейтрализации отработанных газов, приводит к существенному снижению загрязнению окружающей среды (табл. 1).

Таблица 1 – Данные исследований [3]

Моторные топлива	Н/С, %	m_{CO}	m_{CH}	m_{NO_x}	$m_{БП} \cdot 10^6$
		г/км			
Бензин А-92*	16,3	6,7	2,3	2,4	8,9
Бензин А-76	16,8	4,9	2,4	2,2	6,3
Пропан-бутан	19,0	1,7	2,1	1,0	1,2
Бензин А-76 + 30 % этанола	21,9	5,0	1,8	0,9	0,8
Бензин А-92+10% H_2	26,0	1,2	0,4	0,5	0,8
Природный газ	33,3	1,3	1,0	0,8	0,6
Метанол	35,0	0,8	1,1	0,8	0,6
Водород	100	-	-	0,2	-

Примечание. Доля $NO/NO_x \approx 0,9$; * - при оборудовании автомобиля бифункциональной системой нейтрализации ОГ (БСНОГ) уровни выбросов БП и NO_x снизились ~ на порядок.

Непосредственный впрыск водородного топлива [4] позволяет реализовать стратегию задержки начала впрыска для контроля выбросов NO_x . Это приводит к

заметному снижению уровня вредных выбросов из двигателя по сравнению с распределенным впрыском водорода во

впускные каналы, или при работе на бензине (рис. 1).

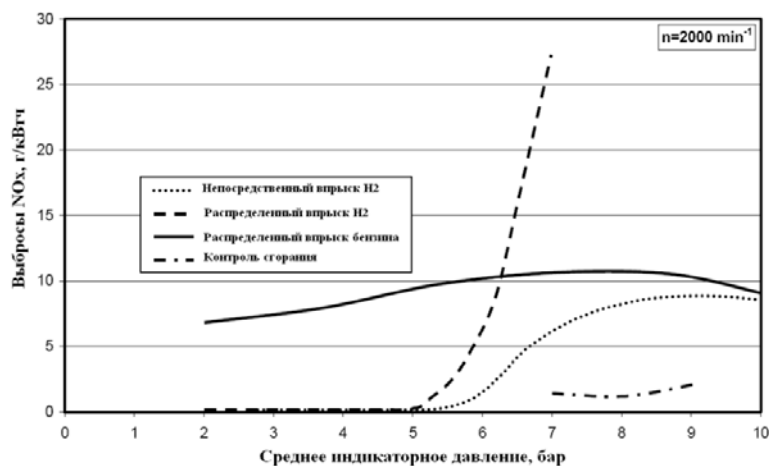


Рисунок 1 – Выбросы NO_x с различными стратегиями контроля

Первый впрыск приводит к формированию бедной хорошо гомогенизированной смеси, которая горит с пренебрежимо малым формированием NO_x. Оставшееся количество водорода, которое необходимо для достижения заданной нагрузки, подается непосредственно в течение фазы сгорания. Как показано на рис. 1, концепция двойного впрыска приводит к дальнейшему значительному снижению выбросов NO_x из двигателя.

Такая организация подачи топлива в камеру сгорания дает предпосылки к возникновению низкотемпературного самовоспламенения капель топлива [5]. При низкотемпературном воспламенении топлива процесс горения начинается при температуре близкой 590 К. Далее происходит нарастание температуры процесса горения до 1000 К за 1 мс и «взрывное горение с повышением температуры до 2500 К за 0,02...0,04 мс.

Данные исследований [6] показывают, что длительность процесса образования окислов азота близка к 0,1 с при горении метана. Очевидно, что к тому моменту завершения горения метана в дымовых газах может присутствовать лишь 13% от общего количества NO.

Задержка процесса горения топлива на 7...8 мс с целью организации низкотемпературного самовоспламенения [5] позволяет сдвинуть процесс горения к моменту отвода дымовых газов из зоны

горения. Это важный результат, потому что он позволяет реализовать один из возможных путей снижения концентрации NO_x за счет быстрого удаления дымовых газов из зоны пламени.

Реализация процесса низкотемпературного самовоспламенения достигается путем растворения водорода в топливе. Исследования [7] показали, что при растворении водорода в дизельном топливе в количестве 0,4 л H₂/литр топлива ведет к снижению температуры вспышки топлива до 50 °С. Это является одним из факторов низкотемпературного самовоспламенения топлива.

Таким образом, при «взрывном» горении образуется меньше окислов азота, чем при классическом процессе.

ВЫВОДЫ. Обзор и анализ современных исследований рабочих процессов и конструкций ДВС с непосредственным впрыскиванием водорода в цилиндр, сравнительный анализ вариантов существующих решений показали, что высоким потенциалом улучшения эколого-экономических и энергетических показателей ДВС по сравнению с другими топливами обладает водород. Осуществление внутреннего смесеобразования и сгорания в двигателе с принудительным зажиганием, позволяет получить низкий уровень вредных выбросов с дымовыми газами, и снизить выбросы:

- CO и CH - не менее 15%;
- CO₂ - не менее 20%;
- NO_x ниже уровня двигателя прототипа, а также улучшить мощностные характеристики двигателя не менее, чем на 25%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Певнев Н. Г., Пономарчук В. В. Перспективы комбинирования моторного топлива путем применения водородосодержащей добавки. Вестник СибАДИ. 2016. Вып. 2 (48). С. 75–80.

2. Кавтарадзе Р. З. Улучшение экологических показателей водородного дизеля с непосредственным впрыскиванием газообразного водорода. Проблемы машиностроения и надёжности машин. 2016. №4. С. 20–89.

3. Канило П. М., Сарапина М. В. Будущее автотранспорта – альтернативные топлива и канцерогенная безопасность. Автомобильный транспорт. 2012. Вып. 31. С. 40–49.

4. Хрипач Н. А. Разработка водородной энергоустановки новой генерации. Известия МГТУ «МАМИ» №1(13). 2012. С. 96-101.

5. Басевич В. Я., Фролов С. М., Гоц А. Н. Эфрос В. В. Моделирование низкотемпературного самовоспламенения капель дизельного топлива. X Международная научно-практическая конференция. «Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей» г. Владимир, 27-29 июня 2005 г. – 14 с.

6. Бочков М. В., Ловачев Л. А., Четверушкин Б. Н. Химическая кинетика образования NO_x при горении метана в воздухе. Математическое моделирование, т. 4, №9. 1992. – с. 3–36.

7. Leybovych L. I., Yevstigneyev Y. V. Solubility of hydrogen in mixtures of liquid fuels at atmospheric pressure // Modern engineering and innovative technologies. 2018. Iss. 5/3. – PP. 46-50.

EVALUATION OF THE SMOKE GASES TOXICITY REDUCING BY USING FUEL AND HYDROGEN MIXTURES

Yu.V. Yevstigneev, postgraduate, L.I. Leybovich, PhD (Tech), P.A. Patsurkovskiy PhD (Tech) National university of shipbuilding im. adm. Makarova pr. Geroev Ukrainy 9, g. Nikolaev, 54025, Ukraine. E-mail: recycle.lev@gmail.com

Synthetic hydrocarbon and renewable environmentally friendly motor fuels are promising as primary and secondary energy carriers. The relevance of using hydrogen, which not only effectively replaces petroleum fuels, but also allows increasing the environmental and economic performance of internal combustion engines as a catalytic additive to hydrocarbon fuels, is substantiated. It has been shown that the use of hydrogen as an additive to fuels significantly reduces environmental pollution by supertoxicants - carcinogenic mutagenic ingredients.

Key words: motor fuels, hydrogen, environmental pollution.

REFERENCES

1. Pevnev N. G., Ponomarchuk V. V. (2016), *Perspektivy kombinirovaniya motornogo topliva putem primeneniya vodorodosoderzhashchey dobavki* [Prospects for combining motor fuel through the hydrogen-containing additive using], Vestnik SibADI. no. 2 (48). pp. 75–80. (in Russian)

2. Kavtaradze R. Z. (2016), *Uluchshenie ekologicheskikh pokazateley vodorodnogo dizelya s neposredstvennym vpryskivaniem gazoobraznogo vodoroda* [Improving the

environmental performance of hydrogen diesel with hydrogen gas direct injection] Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin. no. 4. pp. 20–89. (in Russian)

3. Kanilo P. M., Sarapina M. V. (2012), *Budushchee avtotransporta – alternativnyye topliva i kantserogennaya bezopasnost* [The future of vehicles - alternative fuels and carcinogenic safety], Avtomobilnyy transport. no. 31. pp. 40–49. (in Russian)

4. Khripach N. A. (2012), *Razrabotka vodorodnoy energoustanovki novoy generatsii*

[Development of the hydrogen power plant new generation] Izvestiya MGТУ «МAMI» no. 1(13). pp. 96-101. (in Russian)

5. Basevich V. Ya., Frolov S. M., Gots A. N. Efros V. V. (2005), *Modelirovanie nizkotemperaturnogo samovosplamneniya kapel dizelnogo topliva* [Simulation of low-temperature self-ignition of diesel fuel droplets], X Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. «Fundamentalnye i prikladnye problemy sovershenstvovaniya porshnevykh dvigateley». 14 p. (in Russian)

6. Bochkov M. V., Lovachev L. A., Chetverushkin B. N. (1992), *Khimicheskaya kinetika obrazovaniya NO_x pri gorenii metana v vozdukh*e [Chemical kinetics of NO_x formation during methane combustion in the air], *Matematicheskoe modelirovanie*, vol. 4, no. 9. pp. 3–36. (in Russian)

7. Leybovych L. I., Yevstigneyev Y. V. (2018), Solubility of hydrogen in mixtures of liquid fuels at atmospheric pressure // *Modern engineering and innovative technologies*. Iss. 5/3. pp. 46-50.

ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ РІДКИХ ВІДХОДІВ КОКСОХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА У КОНДИЦІЙНІ ОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ

Я. О. Ляшок, д.е.н., проф., С.В. Подкопаєв, д.т.н., проф., О.І. Повзун, к.т.н., доц., В.В. Калиниченко, к.т.н., доц.

Донецький національний технічний університет
пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ, Донецька обл., 85302, Україна. E-mail:
povzun.aleksey@gmail.com

В роботі надано характеристику негативного впливу відходів коксохімічних заводів (КХЗ) на навколишнє середовище. Теоретично і експериментально обґрунтовано можливість утилізації рідких відходів ПрАТ «Авдіївський коксохімічний завод» Донецької області (в'язкопластичні продукти зливних відвалів, кубові залишки ректифікації стиrolу). Доведено, що кондиційні органічні в'язучі зі зливних відвалів доцільно виготовляти за технологією: нейтралізація і видалення водорозчинних сполук з кислих відвальних відходів з подальшим розрідженням пекоподібного продукту кам'яновугільними в'язучими. Кубові залишки ректифікації стиrolу (КЗРС) доцільно вводити у кам'яновугільні дьогті у кількості 20-30% за масою. КЗРС надають модифікованим в'язучим еластичність («чисте» кам'яновугільне в'язуче еластичності не має), суттєво підвищують температуру розм'якшення і значно зменшують температуру крижкості. Модифіковані зазначеними відходами коксохімічного виробництва органічні композиції, за фізико-механічними властивостями значно перевищують запатентовані органічні в'язучі речовини. Пропоновані в'язучі призначені для укріплення основ автомобільних доріг з відходу вугільної промисловості – горілих порід шахтних териконів.

Ключові слова: відходи коксохімічного виробництва, утилізація.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Коксохімічні підприємства є крупними джерелами (мільйони тонн щорічно) [1] різноманітних відходів у твердому і рідкому стані (тільки 4/5 всього вугілля використовується для виробництва основної продукції). З решти утилізується лише 5%. Основна ж маса (фуси кам'яновугільні, полімери бензольного відділення, кубові залишки очищення дисциляції фталевого ангідриду, відпрацьований розчин цехів

сіркоочищення, кислі смолки сульфатного відділення тощо) вивозять у відвали-могильники, що займають придатні для землеробства площі, або подають на гашення коксу, спричиняючи забруднення довкілля продуктами розпаду солей.

Коксохімія – одна з галузей промисловості, яка «потужно» забруднює навколишнє середовище. В Донецькій області інфраструктура коксохімічної промисловості представлена сьома

крупними підприємствами з 13, що функціонують в Україні. Склад викидів в атмосферу відрізняється широким спектром забруднювачів, серед яких основними є діоксид сірки, сірководень, оксид азоту [2].

Авдіївський коксохімічний завод є найкрупнішим у Європі. З тринадцяти основних і тридцяти додаткових цехів заводу щороку у довкілля надходять 30 тис. т викидів шкідливих речовин у атмосферу; понад 2,5 млн. м³ стічних вод; 12 тис. т забруднюючих речовин зі стічними водами; понад 1,5 млн. т відходів виробництва [3].

Метою роботи є оцінювання ефективності використання рідких відходів коксохімічного виробництва як кондиційних органічних в'язучих речовин для укріплення основ автомобільних доріг з горілих порід шахтних териконів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Орієнтовно кількість відходів у відвалах Авдіївського КХЗ становить майже 500 тис. т. Рідкі відходи зливають у котлован з рядом отворів площею 25,2 тис. м² і глибиною 2 м.

Внаслідок довготривалої експлуатації накопичувача і спільного складування в ньому різних за фізико-механічними властивостями відходів утворився новий композиційний продукт, якість якого змінюється за глибиною залягання шарів.

Більшість відходів, які було вивезено до відвалу, містили значну кількість води, яка під час зберігання і відстоювання утворила водний шар накопичувача. Товщина цього шару може сезонно змінюватися під впливом кліматичних умов, а також внаслідок фільтрації.

Всю товщу відходів у накопичувачі умовно можна розділити на декілька шарів:

- верхній водний шар, покритий масляною плівкою;
- заемульгований зневоднений смолистий шар;
- смолисті відходи;
- нижній донний шар, утворений сполімеризованими під час зберігання смолистими і твердими відходами, які не течуть.

Основні фізико-хімічні властивості смолистих відходів такі [4]:

1. В'язкість умовна за C_{30}^{10} (в секундах) – 4-169;

де 10 – діаметр стічного отвору віскозиметра, мм;

30 – температура матеріалу під час випробування в °С,

2. Вміст, %: води – 11,8-57,8; сірки – 6,0-17,4; водорозчинних сполук – 1,8-21,1.

3. Теплота згоряння найнижча, ккал/кг – 4470-6020;

4. Зольність, % – 1,7-12,7.

Проби відбирали влітку пробовідбірниками з глибини 0,4-1,6 м в різних місцях зливного відвалу. Відходи забруднені породою, грудками ґрунту, частинками пилу і шлаку. Проби розігрівали, проціджували через сито з діаметром отворів в ньому $1,25 \cdot 10^{-3}$ м, зневоднювали. Вихід відходів після очищення і зневоднення становив 50-85%. Вміст «вільної» сірчаної кислоти в пробах залежить від часу їх зливання. Водневий показник відходів, вивезених більше трьох років тому, становить рН=7. Якщо злив свіжий, то рН=3.

В роботі викладено 2 розроблені технології переробки таких рідких відходів коксохімічного виробництва:

1. В'язко-смолисті відходи зливних відвалів;

2. Кубові залишки ректифікації стирулу; Розглянемо кожну технологію окремо.

Технологія 1. Розігріті до температури 80°С в'язко-смолисті відходи зливних відвалів нейтралізували 25%-им розчином їдкою натрію до досягнення рН=7,0-7,5. Нейтралізовані проби промивали водою при температурі 60-80°С з періодичним зливанням її до видалення водорозчинних сполук з подальшим випаровуванням води.

За зовнішніми ознаками при кімнатній температурі перероблені смолисті відходи – це чорна тверда крихка речовина, яка характеризується такими властивостями: густина – 1310-1335 кг/м³; вміст речовин, нерозчинних у толуолі, – 30-32%; температура розм'якшення, визначена на приладі «Кільце і куля», – 62-65°С; зольність – 4,8-10,2%; адгезія (прилипання) до кислих і основних гірських порід – відмінна.

Оброблені відходи розріджували антраценовою маслом, кам'яновугільною смолою і кам'яновугільним дьогтем умовною в'язкістю $C_{30}^{10}=35$ с. Розріджені до консистенції в'язкого дьогтю продукти переробки зливних відвалів за фізико-механічними властивостями близькі до дьогтю марки Д-6 (температура розм'якшення – 29-30 °С; температура крихкості, визначена на приладі Фрааса, – 3-8 °С; розтяжність при 25 °С, визначена на дуктилометрі, – 60-62 см.

Технологія 2. Кубові залишки ректифікації стиролу (КЗРС) – побічний продукт виробництва стиролу, який є сумішшю речовин різного ступеня полімеризації стиролу (переважно олігомерних), а також моностиролу, метилстиролу, циклогексанону. КЗРС містять 15 мас. % вуглеводного розріджувача. Густина – 1000 кг/м³;

температура початку кипіння – 145 °С; в'язкість при 20 °С – 0,7 Па·с.

Послідовність технологічних операцій така:

- у бітумоварний котел закачують 3-5 т кубових залишків ректифікації стиролу;
- додають кам'яновугільний дьоготь у кількості 7,5-12,0 т;
- підводять тепло і доводять температуру суміші до 145-165 °С;
- подають повітря з витратою 4-6 л/кг·год. (в момент інтенсивного підвищення температури припиняють подачу тепла до установки).

Склади в'язучого і його властивості наведено в табл. 1 і табл. 2.

Таблиця 1 – Склади в'язучого з КЗРС

Компоненти	Вміст, мас. %, у в'язучому				
	1	2	3	4	5
Дьоготь	50	60	70	80	90
КЗРС	50	40	30	20	10

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості відомого в'язучого [5] і в'язучих з КЗРС

Властивості	Показники для складу					
	відомого (подібного)	1	2	3	4	5
Умовна в'язкість, с C_{30}^{10} C_{50}^{10}	50 -	- 420	- 300	- 270	- 250	- 120
Розтяжність, см, при 0 °С 25 °С	100 0	50 100	80 100	100 100	100 100	100 76
Температура розм'якшення по «Кільцю і кулі», °С	8	43	40	39	38	32
Температура крихкості по Фраасу, °С	-20	-6	-12	-13	-14	-16
Показник зчеплення в'язучих з поверхнею кам'яних матеріалів, бал	3	4	5	5	5	4
Еластичність [6] при 0 °С, %	0	64	75	73	70	37

Як видно з табл. 2, оптимальною кількістю КЗРС у модифікованому середовищі є 20-30% (розтяжність в'язучих при 0 °С і 25 °С становить 100 см; температура розм'якшення майже у 5 разів перевищує таку для запатентованого (подібного) в'язучого [5]; зчеплення з матеріалами – 5 балів проти трьох; еластичність (здатність в'язучого до відновлення початкових розмірів і форми при розвантаженні після великої

деформації) при 0 °С становить 70-73% проти 0% для в'язучого без КЗРС.

ВИСНОВКИ. Переробка в'язко-пластичних продуктів зливних відвалів та кубових залишків ректифікації стиролу Авдіївського коксохімічного заводу у кондиційні органічні в'язучі є доцільною і ефективною. Подальші дослідження будуть присвячені визначенню фізико-механічних властивостей горілопородних основ автомобільних доріг, укріплених органічними в'язучими речовинами, які

модифіковано розглянутими відходами коксохімії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Власов Г.А., Мадатов А.В., Барский В.Д. Задачи улучшения экологической ситуации в промышленных мегаполисах. *Экологические проблемы промышленных мегаполисов* : материалы международной научн-практ. конф., 01-04 июня 2004 г. Донецк-Авдеевка : 2004, С. 45–47.

2. Волкова Т.П., Зуева Ю.С. Экологические проблемы коксохимии. *Наукові праці ДонНТУ. Сер. Гірничо-геологічна*. 2011. Вип. 13(178). С. 74–77.

3. Власов Г.А., Кауфман С.И. ОАО «Авдеевский коксохимический завод» – экологические проблемы и перспективы их решения. *Экологические проблемы промышленных мегаполисов* : материалы международной научн-практ. конф., 01-04

июня 2004 г. Донецк-Авдеевка : 2004, С. 75–80.

4. Технологические решения утилизации жидких накопленных отходов ОАО «Авдеевский коксохимический завод» / С.И. Кауфман и др. *Экологические проблемы промышленных мегаполисов* : материалы международной научн-практ. конф., 01-04 июня 2004 г. Донецк-Авдеевка : 2004, С. 429–430.

5. А. с. 279416 СССР, кл. С 08 L 95/00. Способ приготовления асфальтобетонной смеси / Е.Е. Кравцов, Л.Г. Осацкий и Е.П. Шведенко. № 1225817; заявл. 18.03.68; опубл. 21.08.70, Бюл. № 26.

6. Гохман Л.М. Влияние эластичности органических вяжущих на накопление остаточных деформаций в бинарных смесях. *Наука и техника в дорожной отрасли*. 2011. № 1. С. 31–33.

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES FOR PROCESSING LIQUID WASTES OF COKE PRODUCTION INTO QUALITY ORGANIC BINDERS

Donetsk National Technical University

Shybankova Square, 2, Pokrovsk, Donetsk region, 85302, Ukraine. E-mail: povzun.aleksey@gmail.com

The article describes the negative impact of wastes of coking plants (CPs) on the environment. The possibility of utilization of liquid wastes of PJSC «Avdiyivsky Coking Plant» in Donetsk region (viscous-plastic products of waste heaps, vat residues of rectification of styrene) is theoretically and experimentally substantiated. It has been proven that it is possible to produce quality organic binders from waste heaps using the following technology: neutralization and removal of water-soluble compounds from acidic wastes with further dilution of coal-tar-like product with carbonous binders. The added amount of the vat residues of styrene rectification (VRRS) in coal tar is 20-30%. The proposed binders are intended to reinforce the base-course of road pavement using the wastes of mining - the burning rocks of mine heaps. VRRS give modified binders elasticity ("clean" coal binder has no elasticity), which significantly increases the softening temperature and reduces the brittleness temperature. The compositions prepared using the proposed technologies, which are modified by the specified wastes of coke production, significantly exceed patented organic binders by their physical and mechanical properties.

Key words: wastes of coke production, utilization.

REFERENCES

1. Vlasov, G.A., Madatov, A.V. and Barsky, V.D. (2004), «Zadachi uluchsheniya ekologicheskoi situatsii v industrialnyh megapolisah» . *Ekologicheskkiye problemy industrialnyh megapolisov* : materialy mezhdunarodnoi nauchn-prakti. konf., 01-04 iyunya 2004 g. Donetsk-Avdeevka . pp. 75–80. [Tasks for improvement of ecological situation in industrial

megapolises. *Ecological problems of industrial megalopolises*: materials of international scientific and practiacak conf.], (in Russian)

2. Volkova, T.P. and Zhuyeva, Yu.S. (2011), «Ekologicheskkiye problem koksohimii». *Naukovi pratsi DonNTU. Ser Girnycho-geologichna*. Vup. 13(178). pp. 74–

77. [Ecological problems of coking production], (in Russian)

3. Vlasov, G.A. and Kaufman, S.I. (2004), «ОАО «Авдеевский коксохимический завод» – экологические проблемы и перспективы их решения». *Ecologicheskiye problemy industrialnykh megapolisov: materialy mezhdunarodnoi nauchn-prakt. konf.*, 01-04 June 2004 g. Donetsk-Avdeyevka : pp.. 75–80. [PJSC «Avdeyevka coking plant» - ecological problems and prospects for their solution. *Ecological problems of industrial megalopolises: materials of international scientific and practical conf.*], (in Russian)

4. «Технологические решения утилизации жидких накопленных отходов ОАО «Авдеевский коксохимический завод» / S.I. Kaufman and others. (2004), *Ecologicheskiye problemy industrialnykh megapolisov : materialy mezhdunarodnoi nauchn-prakti. konf.*, 01-04 iyunya 2004 g. Donetsk-

Avdeyevka : pp.. 429–430. [Technological solutions for utilization of liquid wastes PJSC «Avdeyevka coking plant»/ S.I. Kaufman et el. *Ecological problems of industrial megalopolises: materials of international scientific and practical conf.*] (in Russian)

5. А. с. 279416 СССР, кл. S 08 L 95/00. Способ приготовления асфальтобетонной смеси / Ye.Ye. Kravtsov, L.G. Osatskiy and Ye.P. Shvedenko. no. 1225817; заявл. 18.03.68; opubl. 21.08.70, bul. no. 26.[Way of production of bituminous-concrete mixture], (in Russian)

6. Gohman L.M. (2011), «Влияние эластичности органических вяжущих на накопление остаточных деформаций в бинарных смесях», *Наука и техника в дорожной отрасли*, no. 1, pp.. 31–33. [Influence of elasticity of organic binders on numerous deformations in binary mixtures], (in Russian)

ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕРАКТИВНОГО (ДИНАМІЧНОГО) ТА КІНЕМАТИЧНОГО ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНОЮ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

Р. Ю. Шевченко, канд. географ. наук, доц.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, м. Київ, 03035, Україна. E-mail: azimut90@ukr.net

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що сформульовано наукові основи розробки тематичного змісту інтерактивних карт, що визначають їх сутність, методологію, підходи до формування/використання інформаційної бази; обґрунтовано найбільш повний перелік способів картографічного зображення, що можуть бути застосованими на інтерактивних картах для представлення об'єктів, явищ і процесів у цілому та у зв'язку з об'єктом дослідження; розроблено методику геоінформаційного картографування критичної інфраструктури матеріальної платформи зі створенням тематичного змісту відповідних інтерактивних карт різних видів і типів на базі географічних основ краудсорсингових сервісів.

Сформульовані науково-методичні підходи до використання засобів геоінформаційного картографування та програмування з метою візуалізації інформації про об'єкти реальної дійсності, що характеризують елементи критичної інфраструктури в системі управління регіональною екологічною безпекою.

Ключові слова: інтерактивні карти, геоінформаційна теоретична концепція, авторський алгоритм створення тематичного змісту інтерактивних карт, інтерактивна (динамічна) карта, кінематична карта/

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Розвиток картографії в умовах застосування досягнень науково-технічного прогресу обумовив практичну появу нових картографічних творів, серед яких важливої ролі та популярності набули інтерактивні

карти, що є динамічними геозображеннями та функціонують лише в комп'ютерному середовищі.

Зміст інтерактивних карт у переважній більшості випадків їх використання формується на основі тісної двосторонньої

діалогової взаємодії користувача (з його відповідними практичними потребами) і програмно-технічного забезпечення (сервісу) та характеризується проведенням вибірок із сукупності представлених в легенді елементів (шарів, показників картографування тощо); можливостями: перегляду зображення у певному режимі відображення, формулювання та проведення запитів, одержання необхідної інформації з бази даних у явному або неявному вигляді [1].

Інтерактивними можуть бути карти різних видів відповідно до існуючої класифікації екологічних карт за змістом (їх перелік співпадає з блоками і сюжетами статичних карт і є практично невичерпним), а також типів (наприклад, згідно з розподілом у залежності від складових змісту характеристик явищ і процесів та рівня синтезу: аналітичних, синтетичних і комплексних) для потреб екологічної безпеки.

Виходячи з аналізу останніх досягнень і публікацій, доцільно стверджувати, що питання розроблення інтерактивних карт сьогодні загалом знаходяться у практичній площині. В невеликій кількості робіт вітчизняних та зарубіжних авторів розкриті переважно методичні особливості використання функціональних можливостей існуючого програмного забезпечення для створення інтерактивних карт в основному навчального, довідкового та екологічного спрямування. Інші призначення та тематика інтерактивних карт (за видами і типами) широкого розповсюдження, зокрема, в Україні ще не набули у зв'язку з існуванням невирішених питань теоретико-методологічного характеру. З погляду на викладене, обрана тема є актуальною і перспективною.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для розуміння сутності та змісту процесів, пов'язаних зі створенням і використанням нового виду електронних картографічних творів – інтерактивних карт – і подальшого формулювання теоретико-методичних положень розробки окремого напрямку екологічної картографії, доцільно розглянути існуючі вихідні поняття з обраної тематики наукового дослідження,

встановити можливий їх взаємозв'язок та підпорядкування. До таких понять, зокрема, слід віднести “інтерактивність-динамічність”, “інтерактивна карта” та “інтерактивне картографування” (“кінематичне створення / використання карт”) [1].

Виходячи з аналізу літературних джерел [1] доцільно приєднатись до думки, що на різних етапах свого розвитку картографія завжди залежала та зараз залежить від технічного прогресу, який багато в чому визначав і визначає її засоби, методи та навіть теоретичні концепції. При цьому (за словами О. М. Берлянта) спостерігається цікавий парадокс: всіякий черговий виток науково-технічної революції, що відкриває перед картографією нові можливості, породжує песимістичні прогнози відносно її існування. Зокрема, так було у 1960-х роках, коли швидка математизація наук про Землю і суміжних з ними екологічних наук створила враження, що математичне моделювання зробить картографію непотрібною. Але насправді виявилось, що математизація увійшла в науки про Землю через посередництво картографічного методу, причому співдружність даних наук ще більше посилилась та закріпилась у формі математико-картографічного моделювання в екології.

Розвиток космічних знімачів вплинув на думку деяких науковців про те, що картографія стане лише частиною дистанційного зондування. Але, як показав час, картографія і аерокосмічні методи пішли разом без втрати своєї самостійності та специфіки, взаємно підкріплюючи одна одну і породжуючи нові наукові напрями.

Пізніше настав період автоматизації та комп'ютеризації. І знову вчені заговорили про те, що усі задачі, які традиційно вирішувалися за картами, краще всього вирішувати за допомогою комп'ютера. Відповідно до такої думки картографія мала поступово згасати, але і цього не відбулось, оскільки людина не здатна обійтись без зорового сприйняття результатів еколого-природоохоронного комп'ютерного картографічного моделювання. При цьому цифрове та електронне картографування стало новою

перспективною галуззю екологічної картографії.

У 1990-ті роки науково-технічний прогрес привів до появи нових засобів комунікації – глобальних комп'ютерних мереж, по яких з високою швидкістю почали рухатись потоки цифрової інформації, в тому числі і картографічної. Найпотужніша планетарна комп'ютерна мережа – Інтернет – в найкоротший термін стала ефективним засобом безпаперового передавання інформації. Маючи ще ряд недоліків та проблем, поступово розвивається Інтернет- картографування, завдяки чому сформувався новий розділ картографії – цифрове екологічне картографування [2].

Крім однозначного впливу науково-технічного прогресу в певний історичний період на засоби, методи та теоретичні концепції картографії, він посприяв виникненню нових картографічних творів, серед яких важливої ролі та популярності зараз у різних груп користувачів набули інтерактивні карти з різним ступенем інтерактивності, а сам процес їх створення подається як інтерактивне картографування. Хоча, на нашу думку, останнє поняття є дещо ширшим і відноситься не лише до процесу створення власне інтерактивних карт.

Розкриття сутності кожного поданого поняття дозволить визначити їх взаємодію і стане основою поняттєвого апарату при формулюванні теоретичних положень розроблення *інтерактивних екологічних карт*, які є електронними динамічними геозображеннями та функціонують виключно в комп'ютерному середовищі.

Логіка підказує, що у назві карт “інтерактивні” вкладено не лише пристрій (засіб) їх відображення, яким є екран комп'ютерного пристрою, але й наявність закладених додаткових функцій. Ними можуть бути карти різних видів, наприклад, відповідно до класифікації екологічних карт за змістом (їх перелік може співпадати з блоками і сюжетами статичних карт і є практично невичерпним), а також типів (наприклад, згідно з розподілом у залежності від складових змісту характеристик явищ і процесів та рівня

синтезу: аналітичних, синтетичних і комплексних) тощо [3].

Зміст інтерактивних карт формується на основі тісної двосторонньої взаємодії користувача (з його відповідними практичними потребами) з програмно-технічним забезпеченням і є обов'язково варіативним.

Остання вимога і по суті умова (на відміну від інших відомих геозображень – статичних та кінематичних) має забезпечуватись за допомогою певної кількості реалізованих функціональних характеристик, що власне підтримують інтерактивність. Такими можуть бути:

- комбінування (відображення) елементів змісту (показників картографування) відповідно до вимог користувача, що характеризується створенням вибірок з використанням екранних засобів інтерфейсу (з представленої легенди), пошукових можливостей інформаційної бази з її оновленням в режимі реального часу;

- зміна перегляду зображення та проведення масштабування, що в тому числі визначає базове (необхідне) змістове навантаження у певному режимі відображення (масштабі);

- навігаційно-пошукові сервіси з можливостями прокладання оптимального маршруту і проведення відповідних картометричних операцій та аналітичних побудов;

- наявність гіперпосилань для швидкого переходу (доступу) до необхідної інформації (зображувальних засобів, тексту, додаткових даних тощо).

Динамічність та кінематичність карти є поняттям, яке розкриває характер і ступінь взаємодії, зокрема, між об'єктами (показниками екологічного картографування, елементами змісту, умовними позначеннями).

При відсутності єдиного стандартизованого терміну для застосування в картографії вона (інтерактивність, з погляду розкриття характеру взаємодії показників картографування) виступає принципом організації системи (в нашому контексті – інтерактивної карти), при якому мета

(представлення проміжного або кінцевого результату картографування у певний момент часу) досягається інформаційним обміном її елементів. Такими є всі складові, за допомогою яких відбувається в той же певний момент часу взаємодія з іншою системою-людиною (користувачем) [1].

З точки зору ступеня взаємодії між об'єктами до інтерактивності можуть закладатись наступні рівні управління:

- лінійний, коли повідомлення, яке надсилається не пов'язане з попередніми повідомленнями;

- реактивний, коли повідомлення пов'язане тільки з одним попереднім повідомленням;

- діалоговий, коли повідомлення пов'язане з багатьма попередніми повідомленнями і з взаємозв'язками між ними.

Тобто з цієї позиції *інтерактивність* є способом інформаційно-комунікативної системи активно та різноманітно реагувати на дії користувача програмно-технічними засобами.

З поняттям інтерактивності інтерактивної карти тісно пов'язане інше – *інтерактивне екологічне картографування*, що, зокрема в трактується як “інтерактивна обробка” (з представленням синонімами: “інтерактивний, діалоговий режим”, “діалогова обробка”) і визначається “...обробкою даних у режимі двосторонньої діалогової взаємодії користувача (людини) та комп'ютера, обміну між ними послідовністю запитів (питань) і відповідей (запрошень) з метою втручання і управління обчислювальним процесом...”.

Таке тлумачення, на наш погляд, характеризує вказане поняття у вузькому розумінні, визначаючи елементи загального процесу роботи зі створення картографічного твору в комп'ютерному середовищі у будь-якому програмному забезпеченні (векторний графічний редактор, вузькофункціональний продукт, настільна або веб-ГІС (як програма) тощо), вказуючи лише на автоматизований режим взаємодії суб'єкта з програмно-технічним

засобом на відміну від пакетної (повністю автоматичної) обробки, яка в принципі в алгоритмі комп'ютерного екологічного картографування поки що не можлива [1].

ВИСНОВКИ. Розкриваючи сутність поняття *інтерактивне картографування в екологічній безпеці*, доцільно говорити про більш широке розуміння його змісту, що є процесом інтерактивної обробки даних усіма можливими засобами (з екрану, за допомогою виборів з баз даних на основі різноманітних запитів), програмування (закладення) інтерактивних функцій карти з реалізацією їх у її інтерфейсі та представлення кінцевого (вихідного) результату інтерактивної карти для практичного використання. За умови включення останньої складової роботи з інтерактивними картами до визначення поняття інтерактивного картографування воно набуває розширене значення і трактується як “інтерактивне створення/використання карт” в екології.

Подальші етапи проведення дослідження логічно передбачають опрацювання зарубіжного та вітчизняного досвіду розробки інтерактивних карт. При цьому черговість подання наступних підрозділів логічно вибудована з урахуванням порядку появи ідей та інформації про вказані твори у закордонних публікаціях, програмного забезпечення для їх створення на закордонних сайтах відповідних розробників системи управління екологічною безпекою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пісна Р. С. Теоретико-методичні основи створення тематичних інтерактивних карт (на прикладі критичної інфраструктури міста Києва). Дис. ... канд. географ. наук.00.12 “географічна картографія”. – КНУ, Київ, 2018. 196 с.

2. Бондар О.І., Фінін Г.С., Унгурян П.Я., Шевченко Р.Ю. Дистанційні методи моніторингу довкілля. Навч. посібн. Херсон. Олді+, 2019. 298 с.

3. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Моніторинг навколишнього середовища засобами ГІС: навч. посібн. Київ, ДЕА, 2018. 50 с.

TECHNOLOGY OF INTERACTIVE (DYNAMIC) AND KINEMATIC GEO-INFORMATION MAPPING OF THE REGION-LOCAL ECOLOGICAL MANAGEMENT SYSTEM

R. Yu. Shevchenko

The State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management

st. Metropolitan Vasily Lipkivsky, 35, bldg. 2, Kyiv, 03035, Ukraine. E-mail: azimut90@ukr.net

The scientific novelty of the obtained results is that the scientific bases of development of thematic content of interactive maps are defined, defining their essence, methodo-logic, approaches to formation / use of information base; justifies the most comprehensive list of mapping methods that can be applied to interactive maps to represent objects, phenomena and processes in general and in relation to the object of study; the method of geoinformation mapping of critical infrastructure of material platform with creation of thematic content of corresponding interactive maps of different types and types based on geographical bases of crowdsourcing services was developed.

Scientific and methodological approaches to the use of geoinformation mapping and programming are formulated in order to visualize information about real objects that characterize the elements of critical infrastructure in the regional ecological safety management system.

Keywords: interactive maps, geoinformation theoretical concept, author's algorithm for creation of thematic content of interactive maps, interactive (dynamic) map, kinematic map

REFERENCES

1. Pisna R.S. (2018), Theoretical and methodological bases of creation of thematic interactive maps (on the example of the critical infrastructure of the city of Kyiv). Dissertation Ph.D in Geographer. Kyiv. 196 p. (In Ukrainian)

2. Bondar O.I., Finin G.S., Unguryan P.Y., Shevchenko R.Y. (2019), "Remote

environmental monitoring techniques". Kherson. Oldie+, 2019. 298 p. (In Ukrainian)

3. Bondar O.I., Shevchenko R.Yu. (2019), "Environmental Monitoring by GIS: Tutorial". manual Kyiv, DEA, 2018. 50 p. (In Ukrainian)

ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННІ ЛАНДШАФТИ м. КИЄВА: ТРЕНДИ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Р. Ю. Шевченко, канд. географ. наук, доц.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, м. Київ, 03035, Україна. E-mail: azimut90@ukr.net

Сучасна міська забудова правобережної частини Києва у загальних рисах збігається із конфігурацією ареалу ландшафтно-екологічних систем доби Київської Русі, окрім дуже розчленованих територій, які виконують рекреаційну функцію. Це свідчить про певний зв'язок сучасних ландшафтно-екологічних систем і комплексів міста із давніми ландшафтно-територіальними системами та попередніми ландшафтно-урочищними комплексами, який виявляється у територіальному збігові ландшафтно-господарських і ландшафтно-антропогенних систем, збереженні давніх ландшафтно-екологічних елементів), наслідуванні сучасними ландшафтно-архітектурними масивами і комплексами попередніх планувальних форм і функцій, таким чином розкриваючи наукову проблему вивчення трансформації природно-антропогенних ландшафтів м. Києва.

Ключові слова: антропогенний ландшафт, природний ландшафт, трансформація міської екосистеми, екологічний простір м. Києва

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Питання вивчення ландшафтів м. Києва потребує постійного дослідження, оскільки на сучасному етапі розвитку техносфери

людина постійно намагається якомога більше полегшити власне життя за рахунок природного ландшафту. Це виявляється насамперед у зростанні кількості

антропогенного навантаження на природні екосистеми м. Києва. Міські території, на які здійснюється постійне навантаження перебуває в досить складному екологічному стані і потребує постійного оновлення.

Об'єкт дослідження – функціональні ландшафти м. Києва та їх просторово-часова трансформація.

Мета роботи – проаналізувати значення біоценотичних угруповань рослин в житті міських біоценозів під впливом всеохоплюючої урбанізації.

Дослідження даного питання потребує вирішення певного кола питань: проаналізувати основні етапи розбудови міста та формування ландшафтно-архітектурних систем Києва; охарактеризувати ландшафтну структуру територій м. Києва; дати характеристику комплексних зелених зон міста; проаналізувати ландшафтно-антропогенні риси покриву м. Києва; проаналізувати та систематизувати відомості, щодо особливостей рослинного покриву м. Києва.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для унаочнення аналізу містобудівного освоєння ландшафтів території Києва, з'ясування основних етапів і тенденцій формування ландшафтно-екологічних систем і комплексів міста для кожного часового зрізу були змодельовані ареали містобудівного освоєння.

До X ст. ареал антропогенної трансформації ландшафтів території міста складався з дрібних полів, землеробських, культових та промислово-торгових поселень підвищеної слабохвилястої лесової рівнини та заплави Дніпра. Межі первинного еколого-антропогенного освоєння ландшафтів підвищеної слабохвилястої лесової рівнини, складеної лесовидними суглинками із ясно-сірими та сірими лісовими легкосуглинковими ґрунтами під свіжими дібровами та судібровами, складали землеробські та культові поселення. Інше ядро антропогенної трансформації у межах ландшафтів слабохвилястих заплав, утворених пісками із прошарками

суглинків із дерновими й лучними супіщаними та піщано-легкосуглинковими (фрагментами оглеєними) ґрунтами під різнотравно-злаковими луками складав промислово-торговий осередок Подолу. Давнє ядро Києва, як відомо, складалося із двох частин – «Верхнього Міста» на підвищеній слабохвилястій лесовій рівнині та «Нижнього Міста» (Поділ) на заплаві Дніпра біля гирла Глибочиці [1].

До середини X ст. були повністю заселені розчленовані відлогі й пологі схили та останці між верхньою і нижньою частинами міста, з'явилась необхідність в його розширенні. У середині X ст. ареал антропогенного впливу на ландшафти складається із одного домінуючого поля освоєння, що охоплює урочища підвищеної слабохвилястої лесової рівнини (Верхнього Міста) відлогих і пологих схилів лесової рівнини та заплави Дніпра (Поділ). В кінці X ст. площа верхньої частини міста значно розширюється за рахунок забудови Міста Володимира і спорудження його укріплень, однак на цю частину міста, розташовану на лесовому плато, припадало не більше (6 %) міської забудови, на схили (33 %), а більше половини території (61 %) займала нижня частина Міста – Поділ, розташована на високій заплаві Дніпра.

У XI-XII ст. усі дрібні поля освоєння були розташовані у межах урочищ підвищеної слабохвилястої та горбисто-хвилястої лесової рівнини, складеної лесовидними суглинками із сірими та темно-сірими лісовими легкосуглинковими ґрунтами під свіжими дібровами та грудями (грабовими дібровами) на той час вже розораними, із значним землеробським освоєнням, що свідчить про наслідування ландшафтно-антропогенними системами у процесі містобудівельного освоєння центрів землеробських ландшафтно-господарських систем. Загальна площа містобудівного освоєння у ландшафтах широколистяно-лісового типу становить 51 % території.

У XIII-XVIII ст. набуває адміністративні функції нова частина Міста, що лежить у межах підвищеної

горбисто-хвилястої лесової рівнини – Печерська.

До середини XIX ст. печерська частина сполучається з основним ядром Києва. Забудовується лесова рівнина навколо Печерської фортеці, вздовж долини Либіді та крутих схилів ділянок хрещатицької долини. Розширюється Нижнє Місто на правобережній високій заплаві. За цей час площа забудови змінюється майже втричі, переважно за рахунок підвищеної лесової рівнини та заплави. Ареал антропогенного освоєння охоплює майже всі рівнинні і частково схиліві урочища підвищеної слабохвилястої і горбисто-хвилястої лесової рівнини межиріччя Дніпро – Либідь (55,7 %). Межі освоєння заплави Дніпра (Поділ) складають 44,3 % ареалу освоєння.

Із кінця XVIII ст. вперше починається забудова ландшафтів змішано-лісового типу знижених давньоалювіальних рівнин – надзаплавних право – та лівобережних терас Дніпра. До середини XIX ст. всі плоскорівнинні і пологосхиліві місцевості підвищеної лесової рівнини в межиріччі Дніпра та Либіді забудовуються, і починається освоєння аналогічних ландшафтів правобережжя Либіді (Байкова гора, Забайків'я, Деміївка, Протасів яр) в результаті поля освоєння ландшафтів широколистяного типу складають 59,5 % ареалу містобудівного освоєння. Поступово забудовуються ландшафти змішано-лісового типу, це переважно урочища моренно-водно-льодовикових підвищених рівнин (Шулявка, Солом'янка). Продовжується забудова знижених надзаплавних давньоалювіальних терас та високих заплав Либіді і правобережжя Дніпра. Поля містобудівного освоєння в ландшафтах змішано-лісового типу складають 8,1% від загальної площі ареалу освоєння, заплавні – 32,4 %. В цей період центр міста стає багатоповерховим, збільшується кількість громадських споруд, покращується благоустрій головних магістралей, зростає кількість підприємств, установ [1].

XIX – поч. XX ст., в цей час проводиться інтенсивне спорудження

залізниць, промислових підприємств та фабрик. Залізниці прокладаються переважно по заплавах малих річок та днищах великих балок (Либідь, Сирецька балка), а також по вододільних частинах моренно-водно-льодовикових та лесових рівнин. Триває процес забудови ландшафтів змішано-лісового типу (їх ареал освоєння збільшується до 14,6 % площі ареалу містобудівного освоєння). Межі освоєння широколистяно-лісових та заплавних ландшафтів складають відповідно 58,2 % і 27,2 % загальної площі ареалу.

Після подій 1917 р. та громадянської війни 1918–1924 рр. м. Київ у цей період антропогенного освоєння території відбувається, головним чином, за рахунок порівняно малопродуктивних в сільськогосподарському відношенні ландшафтів змішано-лісового типу. Продовжується і забудова ландшафтів підвищеної лесової височини на правобережжі Либіді та заплавних місцевостей. У 30-ті рр. забудовуються вільні ділянки, ущільнюється забудова центральних кварталів. Проводиться реконструкція старих будинків. З'являються нові райони (Печерсько-Звіринський та ін.). З початку XX ст. до 1941 р. площа міської забудови зросла у п'ять разів (9,7 тис. га).

У передвоєнний час площа міста з зеленою зоною досягає 68 тис. га. У 1952 р. починається забудова нових житлових масивів: Першотравневого, Відрадного, Нивок у змішано-лісових ландшафтах підвищеної моренно-водно-льодовикової рівнини (їхнє поле освоєння зростає до 52,4 % від загальної площі ареалу містобудівного освоєння). Площа поля освоєння в ландшафтах широколистяно-лісового типу складає 34,4 % ареалу освоєння, частка заплавних ландшафтів знижується до 13,2 %. 1967 р. був затверджений новий генеральний план розвитку міста. В основу плану, реалізація якого почалася вже наступного року, було покладено ідею розміщення житлових масивів на намитих ґрунтах, на місці частково заболочених, малоцінних для сільського господарства територій у

заплаві Дніпра, що стає головною архітектурно-планувальною віссю міста. Це дозволило зберегти придатні для землеробства землі, зробити місто більш компактним і перейти від радіальної до радіально-кільцевої структури його території. На наливних ґрунтах будуються масиви Русанівка, Березняки, Оболонь, Троєщина. На пісках давньоалювіальної зниженої терасової рівнини – Лісовий, Воскресенський, Лівобережний, Комсомольський масиви. На моренно-воднольодовиковій рівнині – Виноградар, Вітряні гори, Академмістечко та інші. Новітні технічні засоби будівництва дозволили вести забудову дуже розчленованих крутосхилових місцевостей підвищеної лесової рівнини, доля яких в ландшафтній структурі забудованих територій міста зростає за повоєнний період від 2,5 до 7,0 %. На сьогодні на території Києва забудовано 395,1 тис. га, тобто у тричі більше, ніж у повоєнні роки. Ареал містобудівного освоєння складається із двох великих частин – правобережної та лівобережної.

Фоновими у сучасному ареалі освоєння (52,4 % площі ареалу містобудівного освоєння) є урочища ландшафтів змішано-лісового типу, що розвинуті у правобережному полі освоєння та домінують в лівобережному. Урочища ландшафтів широколистяно-лісового типу зустрічаються тільки на правобережному полі освоєння і займають 24,3 % ареалу містобудівного освоєння. Заплавні урочища займають центрально-вісьове положення і розвинуті в право – та лівобережній частинах на 23,2 % ареалу освоєння [2].

Із розвитком будівництва на штучних ґрунтах досить значної трансформації зазнають аквально-системи. Відбувається каналізування, засипання та замивання багатьох озер, струмків і малих річок (Глибочиця, Клов, Горіхуватка й інші). Цей процес у деякій мірі компенсується створенням нових та впорядкуванням і очищенням старих ставків, озер тощо. На цей час штучні аквально-системи складають 0,1 % площі ареалу містобудівного освоєння. Згідно з

Генеральним планом перспективного розвитку міста, перспективне житлове будівництво буде сконцентроване головним чином на наливних ґрунтах у заплавах ландшафтах долини Дніпра. Найбільшим житловим масивом стане Троєщина, запланована також нова забудова заплави у районі сіл Осокорки, Позняки та Вигурівщина. Місто фактично буде перетворене на кам'яний мегалополіс.

ВИСНОВКИ. За весь період існування міста Києва на території міських біоценозів створюються антропогенні та рекреаційні зони, вони створюються з метою посилення захисних та санітарно-гігієнічних функцій і є місцем відпочинку населення, хоча частка останніх зменшується постійно.

Виходячи із аналізу генетико-морфологічної структури відновлених ландшафтів забудованої території Києва, для формування сучасних ландшафтно-антропогенних систем вагомим є існування певної дизрівноваги серед основних типів ландшафтів території міста – широколистяно-лісових і змішано-лісових. Складним і поступовим є характер межі між ними. Урочища ландшафтів змішано-лісового типу поширені у Північно-Західній, Північній частині міста на Правобережжі (моренно-воднольодовикові та озерно-воднольодовикові рівнини) і займають більшу частину Лівобережжя (давньоалювіальні терасові рівнини). На їх основі утворилися новітні ландшафтно-антропогенні системи і комплекси багатоповерхової вільної забудови.

Урочища ландшафтів широколистяно-лісового типу поширені тільки на правобережжі, у центральній, Південно-Західній і Південній частині міста, вони складають основу ландшафтно-архітектурних систем давнього ядра Києва та новітніх ландшафтно-архітектурних комплексів південно-західної і південної його частин. Особливість розміщення заплачних ландшафтів та акваторії Дніпра – смугою із Півночі до Півдня (фрагментарно – на півночі і півдні, вузькою смугою – у центрі міста, на Правобережжі і широкою смугою на

Лівобережжі) – визначає їхню питому вагу у формуванні ландшафтно-екологічних систем як природної планувальної осі Києва.

Аналіз рослинного покриву територій основних зелених зон міста Києва показав, що найбільш поширеними на територіях лісопарків є деревні види рослин, заплавні

та зволожені місця характеризуються видовою різноманітністю болотної рослинності, піскові ділянки представлені псамофітами. Але ці території знаходяться під загрозою знищення та захисту з боку громадських екологічних організацій столиці, що не дозволять це зробити.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ландшафтно-екологічна основа М. Києва URL <https://works.doklad.ru/view/sGEu0BJV7uo.html> (дата звернення 16.09.2019 р.)

2. Шевченко Р.Ю. Деякі особливості природи м. Києва: монографія. Київ., КНУ, 2007. 198 с.

NATURAL AND ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF KYIV: TRANSFORMATION TRENDS

R. Yu. Shevchenko

The State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management

st. Metropolitan Vasily Lipkivsky, 35, bldg. 2, Kyiv, 03035, Ukraine. E-mail: azimut90@ukr.net

The modern urban development of the right-bank part of Kyiv in general terms coincides with the configuration of the area of landscape-ecological systems of the Kievan Rus era, except for the very disjointed territories that perform a recreational function. This testifies to a certain connection of modern landscape-ecological systems and complexes of the city with ancient landscape-territorial systems and previous landscape-tract complexes, which is manifested in the territorial coincidence of landscape-economic and landscape-anthropogenic systems, ecological landscapes, imitation of modern landscape-architectural arrays and complexes of previous planning forms and functions, thus revealing the scientific problem of studying the transformation of native-ante opohennyh landscapes of Kyiv.

Keywords: anthropogenic landscape, natural landscape, transformation of urban ecosystem, ecological space of Kyiv

REFERENCES

1. The Kyiv Landscape and Ecological Basis (2019), URL <https://works.doklad.ru/view/sGEu0BJV7uo.html> (accessed 16/09/2019). (In Ukrainian)

2. Shevchenko R. Yu. (2007), "Some features of Kyiv's nature": a monograph. Kiev., KNU, 2007. 198p. (In Ukrainian)

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ОТРИМАНИХ ІЗ ВІДХОДІВ СОРБЕНТІВ

Шмандій В.М., д.т.н., професор, Харламова О.В., к.т.н., доцент, Ригас Т.Є., к.т.н., доцент, Лікаркіна А. С., студент

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна, E-mail: ecol4207@gmail.com*

У якості елемента управління екологічною безпекою розглянуто процес отримання сорбенту на основі відходів агропромислового комплексу. За результатами експериментальних досліджень доведена доцільність застосування запропонованого сорбенту в процесі очищення стічних вод від жирів, фенолів, нафтопродуктів та важких металів. Здійснено комплексне застосування сорбентів: поглинання газоподібних шкідливих речовин та очищення стічних вод. Встановлено, що адсорбційні властивості по вилученню забруднювачів більш виражені, ніж у традиційних природних абсорбентів

Ключевые слова: сорбент, відходи агропромислового комплексу, модифікування, електростатична сепарація, кавітація, екологічна безпека, очищення.

Вступ. При очищенні від забруднення різних середовищ зазвичай використовують активоване вугілля, мінеральні та синтетичні адсорбенти [1,2]. Більшість з використовуваних для цих цілей сорбентів має високу вартість, складні технології отримання і регенерації [3]. Таким чином, створення ефективних сорбентів та використання їх в технологіях адсорбційного очищення від забруднень компонентів довкілля є одним із пріоритетних напрямків технічного забезпечення екологічної безпеки [4]. Актуальність досліджень зумовлена необхідністю пошуку нових шляхів поліпшення якісних показників адсорбентів для зменшення антропогенного навантаження на водний басейн.

Мета роботи: обґрунтувати можливість отримання сорбенту на основі відходів агропромислового комплексу як елемента управління екологічною безпекою

Матеріал і результати досліджень У якості сировини для одержання сорбентів використано відходи агропромислового комплексу: гречане та вівсяне лушпиння, стручки гороху та квасолі, створи ріпака, качани кукурудзи. Вони містять значну кількість засвоюваних білків, вуглеводів, жирів, органічних кислот, а також вітамінів (В1, В2, Р, РР, фолієву кислоту, каротин). До їх складу також входять мінеральні речовини: солі заліза, фосфору, кальцію, міді. Основними органічними

речовинами, що утворюють клітинну оболонку, є целюлоза, лігнін та геміцелюлози. Фіблярна будова целюлози і лігніну має пористу структуру, яка здатна суттєво розвиватися у процесі впливу на частинки пластичної деформації.

Нами [5] проведені багаточисельні експерименти із використанням зазначених вище видів відходів агропромислового комплексу, результати яких показали достатньо близькі значення характерних параметрів для кожного виду сировини. Як приклад розглянемо сорбент, одержаний із лушпиння гречки. Результати електронно-мікроскопічного дослідження дозволили констатувати збільшення ступеню поризації при застосуванні механохімічної активації: виявлено мікропори діаметром близько 0,5 нм, перехідні пори, розміром менше 5 нм та макропори, розмір яких коливається в інтервалі 20–50 нм. Проміжки між частинками в агрегатах утворюють систему каналів з характерним розміром 1–2 нм. Дисперсність механоактивованого адсорбенту складає 10 - 20 нм. Слід зазначити, що дисперсність продукту до застосування механоактивації складала 50–300 нм, а розмір пор варіював від 100 до 500 нм.

Проведений нами [6] аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить про те, що отримання сорбенту із відходів агропромислового комплексу способом помелу, суміщеного

із механоактивацією, підвищує ступінь розкриття пор та, як наслідок, адсорбційну здатність сорбенту. Проте розглянутий процес не забезпечує необхідної однорідності гранулометричного складу адсорбенту. Крім того, ускладнюється переналадка устаткування при переході на інший склад вихідної сировини. Задачу вирішено у ході реалізації до порошку, отриманого після механоактивації, електростатичної сепарації. Технологічний процес повторюється до отримання сорбенту з заданим однорідним гранулометричним складом. Рівень сепарації встановлюється в залежності від типу вихідної сировини за результатами заздалегідь проведених досліджень структури сорбенту.

З метою забезпечення максимальної адсорбційної ємності включено стадію кавітації, яку здійснювали з використанням трилопатевої крильчатки клиновидного профілю із гострою передньою і тупою задньою кромками, частота обертів робочого колеса складала 4000 об/хв. У процесі обраного нами способу кавітації утворюються зони високого та низького тиску, які і руйнують поверхню продукту, збільшуючи його пористість у кількісному та якісному відношенні. Для оцінки впливу кавітаційної обробки проводились дослідження на експериментальному стенді. Готували суспензію відходу агропромислового комплексу, обробленого у ході попередніх етапів, концентрація сухої речовини у якій складала 20 г/дм³. Суспензію із саме такою концентрацією зручно в подальшому вводити у забруднене рідинне середовище, яке потребує очищення. У робочу ємність кавітатора заливали 1 дм³ суспензії адсорбенту. Із продукту, обробленого у ротаційному кавітаторі-мішалці, час роботи якого варіювався, відбирали пробу. Її аналізували на електронному мікроскопі. Встановлено, що оптимальним часом обробки продукту в полі кавітації є 10 хв. За час обробки, що не перевищує 10 хвилин, не в повній мірі відбувається розкриття поверхні сорбенту.

Як приклад застосування розробленого сорбенту для вилучення жирів розглянемо очищення жировмісних промивних вод із рафінаційного цеху підприємства по виготовленню олії. Використані модельні стічні води із концентрацією жиру 0,2 г/дм³

Для очищення стічних вод, що містять фенол та його похідні, ми використовували адсорбент на основі вівсяного лушпиння та порівнювали його дію з природними адсорбентами (глина, силікагель) та активованим вугіллям. Кількісно фенол визначали фотоколориметричним методом на КФК-2М. Результати експериментів вказують на те, що одержаний нами сорбент має адсорбційну ємність вищу, ніж природні сорбенти та активоване вугілля [7]. Дослідження ефективності очищення стічних вод від нафтопродуктів пропонованими сорбентами проведено на прикладі технологічного мастила. Застосовано модельні стічні води з концентрацією мастила 200 мг/м³. Використано сорбент на основі гречаного лушпиння різного гранулометричного складу. Визначали також ефективність очищення стічних вод від важких металів сорбентом, одержаним із гречаного лушпиння. Для цих цілей приготувані модельні води з концентрацією (г/м³): заліза – 15, цинку – 10. Аналізуючи залежності на рис. 8, відмічаємо, що в обох випадках при проведенні адсорбції в умовах лужного середовища (рН=9) спостерігається максимальна адсорбційна ємність. Це відбувається за рахунок утворення гідроксидів, які залишаються в порах адсорбенту і не потребують спеціального осадження.

Резюмуючи відмічаємо, що вище наведені результати свідчать про доцільність застосування запропонованого сорбенту в процесі очищення забруднених стічних вод від жирів, фенолів, нафтопродуктів та іонів важких металів. Відпрацьовані сорбенти доцільно використовувати як паливо в енергетичних установках.

Висновки. В результаті реалізації запропонованих заходів можна досягти:

- зниження рівня екологічної небезпеки за рахунок запобігання потрапляння шкідливих речовин, що містяться у відходах, в ґрунти, підземні водоносні горизонти, поверхневі водойми;

- зменшення рівня екологічної небезпеки, що формується при трансформації ландшафтів, внаслідок повернення в господарське використання територій, що відводяться під складування відходів;

- ослаблення дистанційних проявів небезпеки в регіонах, де сконцентровані природні сировинні ресурси, за рахунок зменшення обсягів видобутку в наслідок заміни їх відходами в процесах отримання адсорбентів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rodriguez-Reiniso F. Activated carbons from lignocellulosic materials by chemical and/or physical activation: an overview / F. Rodriguez-Reiniso, M. Molina Sabio // Carbon. - 1992. – vol. 30, № 7. – P. 1111-1118.

2. Tetyana Rigas Volodymyr Shmandiy, Olena Kharlamova, Improvement of the ecological safety of road transport in the use of alternative fuel and exhaust converters. *Environmental Problems*. 2017.-т.2. Вип. 2, С. 54-57

3. Toles C.A. Steam- or carbon dioxide-activated carbons from almond shells: physical, chemical and adsorptive properties and estimated cost of production / C.A. Toles et al. // *Bioresource Technology*. – 2000. - 75(3). - PP. 197-203.

4. Шмандий В.М., Безденежных Л.А., Харламова Е.В. Использование адсорбентов, полученных из отходов, для улучшения состояния среды обитания человека. *Гигиена и санитария*. 2012; 6: 44-2.

5. В.М. Шмандий, Т. Ригас, Е.В. Харламова. Управление экологической безопасностью в регионе: антропоцентрические аспекты: монография–LAMBERT Academic Publishing, 2014, 78с.

6. О.В. Харламова, В.М. Шмандий, Т.Є. Ригас. Системний підхід до аналізу функціонування екологічної небезпеки та управління безпекою в умовах природно-техногенного навантаження. *Екологічні науки*, 2015, Вип. 12-13, С.5-18.

7. Rahman M.A. Preparation and characterization of activated charcoal as an adsorbent / M.A.Rahman, M.Assadullah, M.M.Haque, M.A.Motin, M.B.Sultan // *J.Surface Sci. Technol.* – 2006. - Vol 22, No. 3-4. - pp. 133-140.

MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF AGRICULTURAL COMPLEX BY APPLICATION OF SORBENTS RECEIVED FROM

*V. Shmandiy, E. Kharlamova, T. Rigas. A. Likarkina
Kremenchug Mykhailo Ostrogradsky National University*

st. May Day, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine, E-mail: ecol4207@gmail.com

The process of obtaining a sorbent based on the wastes of agro-industrial complex is considered as an element of environmental safety management. According to the results of experimental studies, the use of the proposed sorbent in the process of sewage treatment of fats, phenols, petroleum products and heavy metals has been proved. Complex application of sorbents is carried out: absorption of gaseous harmful substances and sewage treatment. It has been found that the adsorption properties for the removal of pollutants are more pronounced than for traditional natural absorbents.

Key words: sorbent, wastes of agro-industrial complex, modification, electrostatic separation, cavitation, environmental safety, purification..

REFERENCES

1. Rodriguez-Reiniso F. *Activated carbons from lignocellulosic materials by chemical and/or physical activation: an overview* / F. Rodriguez-Reiniso, M. Molina Sabio // Carbon. - 1992. – vol. 30, № 7. – pp. 1111-1118.
2. Tetyana Rigas Volodymyr Shmandiy, Olena Kharlamova, Improvement of the ecological safety of road transport in the use of alternative fuel and exhaust converters. *Environmental Problems*. 2017.-Т.2. №. 2, pp. 54-57
3. Toles C.A. *Steam- or carbon dioxide-activated carbons from almond shells: physical, chemical and adsorptive properties and estimated cost of production* / C.A. Toles et al. // Bioresource Technology. – 2000. - 75(3). - pp. 197-203.
4. Shmandiy V.M., Beznezhnyh L.A., Kharlamova O.V.. *Vykorystannya sposterezhen', otrymanykh z vidkhodiv, dlya polipshennya stanu sribnykh zvychayiv lyudyny* [Use of adsorbents derived from waste to improve the condition of the human environment], *Hihiyena i sanitariya*. 2012; pp. 6: 44-2.
5. V.M. Shmandiy, T.E. Rigas, O.V. Kharlamova. *Upravlinnya ekolohichnoyu bezpekoyu v rehioni: antypotsentrychni aspekty* [Ecological safety management in the region: anthropocentric aspects], monograph – [LAMBERT Academic Publishing](#), 2014, p. 78.
6. V.M. Shmandiy, T.E. Rigas, O.V. Kharlamova. *Systemnyy pidkhdid do efektyvnoho funktsionuvannya ekolohichnoyi nebezpeky ta upravlinnya bezpekoyu u pryrodno-tekhnohennomu doslidzhenni*. [A systematic approach to the analysis of the functioning of ecological danger and safety management under conditions of natural and man-made load], *Ekolohichni nauky*, 2015, №. 12-13, pp. 5-18.
7. Rahman M.A. Preparation and characterization of activated charcoal as an adsorbent / M.A.Rahman, M.Assadullah, M.M.Haque, M.A.Motin, M.B.Sultan // *J.Surface Sci. Technol.* – 2006. - Vol 22, No. 3-4. - pp. 133-140.

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОКСИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВРЕМЕНИ
КОНТАКТА ТОКСИКАНТА С КУЛЬТУРОЙ ВОДОРОСЛИ**

Крайнюков А.Н., д-р геогр. наук, доц., Крицицкая И.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

площадь Свободы, 6, г. Харьков, 61022, Украина. E-mail: alkraynukov@gmail.com

Крайнюкова А.Н., д-р биол. наук, проф.

НИУ «УкрНИИЭП»

ул. Бакулина, 6, г. Харьков, 61066, Украина. E-mail: biotest.niiepkharkov@meta.ua

Актуальность. Интенсивность фотосинтеза является самым распространенным тестом на токсичность при использовании водорослей в качестве тест-объектов. Все методы определения фотосинтеза основаны на измерении скорости выделения кислорода или поглощения углекислого газа в среде инкубирования до и после определенной экспозиции культуры водорослей на свету. **Цель работы.** Определение пороговых для данного метода концентраций токсичных веществ и изучение зависимости типа доза-величина токсического эффекта. **Результаты исследований.** Биотестирование токсичности методом оценки фотосинтетической активности водорослей возможно только для сточных вод, обладающих острой токсичностью. Прямая зависимость между величиной токсического эффекта и длительностью контакта водорослей с токсикантами наблюдается примерно в течение часа. Дальнейшее увеличение времени контакта почти не повышает токсический эффект. **Выводы.** Увеличивая время контакта водорослей с токсикантами, можно в значительной мере повысить чувствительность метода и, возможно, использовать его для оценки слаботоксичных сточных вод. Однако, для окончательных выводов о пределах

чувствительности метода, а, следовательно, и об области его применения необходимы дополнительные исследования.

Ключевые слова. биотестирование, водоросли, чувствительность, токсиканты, токсический эффект.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Негативные последствия загрязнения водной среды возникают в результате воздействия различных веществ на биоту, в том числе на фотосинтезирующие организмы, являющиеся основными продуцентами органического вещества в водоемах и участвующие в процессах их самоочищения. Нарушение их жизнедеятельности может изменить функционирование всей экосистемы. Поэтому для мониторинга состояния окружающей среды в условиях антропогенного воздействия актуальна разработка новых и совершенствование уже существующих методов биоиндикации и биотестирования именно с использованием растительных организмов. Качество воды в открытых водоемах определяется по органолептическим, гидрохимическим и биологическим показателям. Разнообразные физико-химические методы позволяют с высокой степенью точности оценивать качественный и количественный гидрохимический состав воды. Но с помощью этих методов невозможно охарактеризовать реальные последствия загрязнения для гидробионтов. Кроме того, химические соединения, попадая в водную среду, трансформируются под влиянием различных абиотических факторов, в основном физических (осаждение, адсорбция, улетучивание) и химических (диссоциация, гидролиз, комплексообразование, окислительно-восстановительные реакции). Большое значение в трансформации веществ имеет биологический фактор, связанный с жизнедеятельностью гидробионтов, поэтому не всегда можно предугадать, в какой форме вещество воздействует на живые организмы [1].

Для наиболее адекватной оценки токсичности водной среды для гидробионтов применяют метод биотестирования, позволяющий определить

с помощью тест-объектов опасность исследуемого фактора для жизнедеятельности биосистем [2]. Правильный выбор организмов для целей биотестирования является одной из важнейших прикладных задач водной токсикологии. Биологический объект, выбираемый в качестве тест-организма, должен удовлетворять ряду критериев, в том числе должен быть доступным, экономичным и простым для выполнения процедур биотестирования [3].

Незаменимыми тест-объектами в любой системе биотестирования являются микроводоросли, которые обладают коротким жизненным циклом и поэтому позволяют за небольшой срок проследить воздействие токсических веществ в ряду поколений и оценить отдаленные последствия интоксикации. Преимуществом микроводорослей при решении проблем контроля качества водной среды является также возможность изучения действия токсикантов как на клеточном, так и на популяционном уровне. Несмотря на то, что методики определения токсичности для микроводорослей стандартизированы, существуют большие межвидовые различия в чувствительности по отношению к одному и тому же веществу. Поэтому для наиболее точного определения опасности загрязнения окружающей среды необходимо проводить оценку токсичности с использованием большого набора тест-организмов. Водоросли, обладающие высокой чувствительностью даже к низким концентрациям тяжелых металлов, как, например, *Chlamydomonas renhardtii*, хорошо подходят на роль биосенсора при загрязнении воды, однако слишком чувствительны для целей биоремедиации [4].

Определение качества воды с помощью микроводорослей в обязательном порядке входит в процедуру биотестирования во всех странах мира. Микроводоросли также

являются неотъемлемым звеном при разработке нормативов качества воды. Культуры микроводорослей применяют и для диагностики состояния почв, где с их помощью проводят определение степени плодородия (обеспеченность почвы питательными веществами и микроэлементами) либо токсичность почвы, если имеет место какое-либо загрязнение. Есть данные, что в экспоненциальной фазе роста культура водорослей обладает повышенной чувствительностью, тогда как в период стационарной фазы устойчивость культуры значительно повышается. Помимо процессов внутренней регуляции, развитие культуры микроводорослей обусловлено воздействием внешних факторов. Водоросли быстро реагируют на изменение условий выращивания, поэтому для проведения испытаний требуется строгий контроль параметров культивирования.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. При изучении влияния токсикантов на интенсивность фотосинтеза водорослей преследовались две цели: определить пороговые для данного метода концентрации токсичных веществ и изучить зависимость типа доза-величина токсического эффекта. Из токсикантов были испытаны: медь в виде CuSO_4 и гербицид пропанид, а также неочищенные сточные воды химического производства.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Анализ графиков на рисунках 1-4 показывает, что пороговые концентрации зависят прежде всего от природы токсиканта. Так, пороговая концентрация меди для *Sc. quadricauda* составляет 6 мг/л при времени контакта водорослей с токсикантом, равном 7 минутам (включая время измерения). Для пропанида пороговая концентрация составляет 25 мг в литре в случае использования *Chl. vulgaris* (рис. 2).

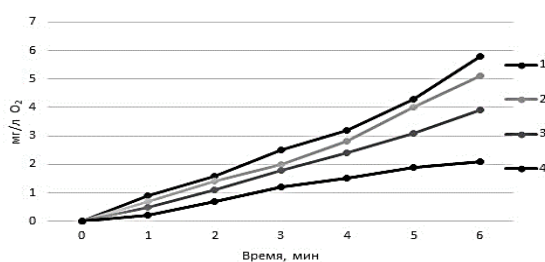


Рисунок - 1 Влияние меди на интенсивность фотосинтеза *Sc. quadricauda*

1 – контроль; 2 – культура + 6 мг/л Cu^{+2} ; 3 – культура + 12 мг/л Cu^{+2} ; 4 - культура + 24 мг/л Cu^{+2} . Время контакта водорослей с токсикантом – 6 мин.

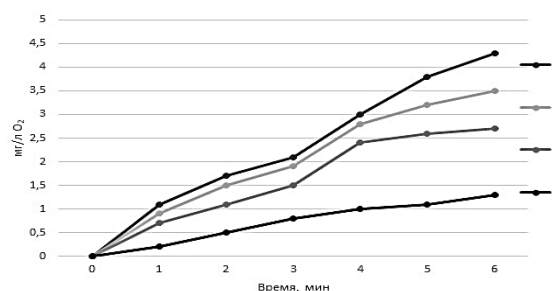


Рисунок 2 - Влияние пропанида на интенсивность фотосинтеза *Chl. vulgaris*

1 – контроль; 2 – культура + 0.25 мг/л пропанида; 3 – культура + 0,5 мг/л пропанида; 4 - культура + 1 мг/л пропанида. Время контакта водорослей с токсикантом – 6 мин.

В то же время, пороговая концентрация пропанида для *Sc. quadricauda* составляет около 0,125 мг/л, то есть в 2 раза ниже, чем для *Chl. vulgaris*. Сточные воды химического производства вызывают снижение интенсивности фотосинтеза у *Sc. quadricauda* вплоть до разбавления их в 80 раз. Таким образом, можно предварительно заключить, что биотестирование токсичности методом оценки фотосинтетической активности водорослей возможно только для сточных вод, обладающих острой токсичностью. Однако, этот вывод справедлив только для используемых нами видов водорослей и использованной методики оценки токсичности. Не исключена возможность, что использование других, более чувствительных тест-объектов, а также других режимов оценки токсичности, позволит существенно повысить чувствительность метода. Выбор чувствительных тест-объектов не входил в задачу данной работы. Другим способом повышения чувствительности метода является увеличение времени контакта водорослей с токсикантом. Ниже мы приводим результаты экспериментов по изучению зависимости время контакта – токсический эффект (рис. 3-4).

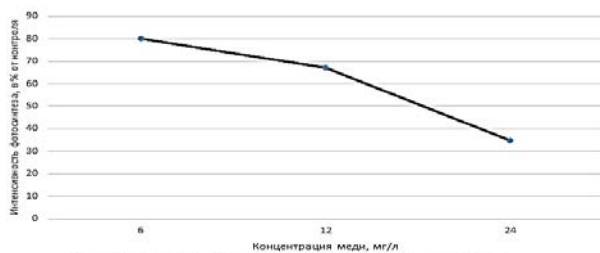


Рисунок 3 - Залежність фотосинтезу *Sc. quadricauda* від концентрації міді (доза-ефект)

Время контакта водорослей с токсикантом – 7 мин

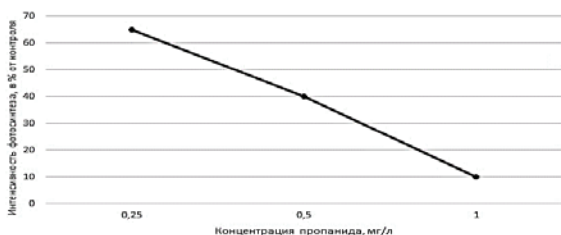


Рисунок 4 - Залежність фотосинтезу *Chl. Vulgaris* від концентрації пропанади

Время контакта водорослей с токсикантом – 7 мин

На рис. 5 и 6 представлены графики, характеризующие зависимость фотосинтеза *Sc. quadricauda* и *Chl. vulgaris* от времени контакта этих водорослей с токсикантами. Как видно из этих графиков, с увеличением времени контакта токсический эффект меди в концентрации 3 мг/л начинает сказываться только спустя 20 минут после введения токсиканта в культуру водорослей. С увеличением времени контакта до 1 часа величина токсического эффекта возрастает и через 60 минут фотосинтез водорослей в опыте составляет около 50% от контроля. Отметим, что пороговая концентрация меди для *Sc. quadricauda* при времени контакта, равном 7 минутам, составляет около 6 мг/л (рис. 1). Повышение токсического эффекта с увеличением времени контакта наблюдается и у *Chl. vulgaris* при действии пирамина в концентрации 2,5 мг/л (рис. 6). Из графиков, приведенных рис. 5 и 6, можно сделать вывод, что прямая зависимость между величиной токсического эффекта и длительностью контакта водорослей с токсикантами наблюдается примерно в течение часа.

Дальнейшее увеличение времени контакта почти не повышает токсический эффект.

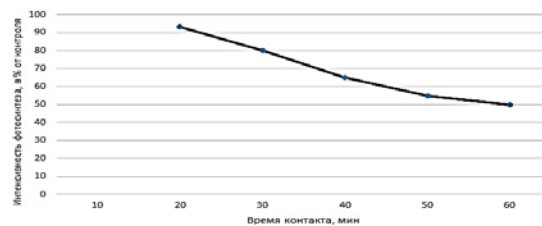


Рисунок 5 - Залежність фотосинтезу *Sc. quadricauda* від часу контакту з токсикантом (залежність время контакту - токсический эффект)

Токсикант – медь в концентрации 3 мг/л.

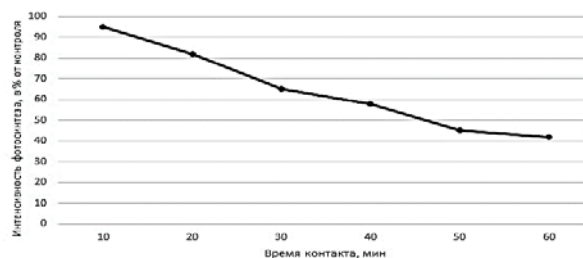


Рисунок 6 - Залежність фотосинтезу *Chl. Vulgaris* від часу контакту з токсикантом (залежність время контакту - токсический эффект)

Токсикант – пирамин в концентрации 2,5 мг/л.

ВЫВОДЫ. Таким образом, увеличивая время контакта водорослей с токсикантами, можно в значительной мере повысить чувствительность метода и, возможно, использовать его для оценки слаботоксичных сточных вод. Однако, для окончательных выводов о пределах чувствительности метода, а, следовательно, и об области его применения необходимы дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филенко, О.Ф. Водная токсикология / О. Ф. Филенко // А. С. Константинов, С. А. Патин (ред.). – Москва: МГУ, 1988. 154 с.
2. Патин, С.А. Эколого-токсикологические аспекты изучения и контроля качества водной среды / С. А. Патин // Гидробиол. журнал. – 1991. - Т. 27. - №3. С. 75-77.
3. Крайнюкова, А. Н. Система интегральной токсикологической оценки природных и сточных вод / А. Н. Крайнюкова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2009. – Т. 1. - № 4 (37). С. 30-33.
4. Rodríguez, M. C. Effects of chromium on photosynthetic and photoreceptive

apparatus of the alga *Chlamydomonas reinhardtii* / M. C. Rodríguez, Barsanti, V. Passarelli, V. Evangelista, V. Conforti, P.

Gualtieri // Environ. Res. - 2007. – V. 105. - № 2. P. 234–239.

STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE TOXIC EFFECT ON THE TIME OF THE TOXICANT'S CONTACT WITH THE ALGAE CULTURE

Krainiukov A.N., Doctor of Sciences, Associate Professor, Krivicka I.A.

V. N. Karazin Kharkiv National University

Svobody Square, 6, Kharkov, 61022, Ukraine. E-mail: alkraynukov@gmail.com

Krainiukova A.N., Doctor of Sciences, Full Professor

Research Institution "Ukrainian Research Institute for Environmental Issues"

st. Bakulina, 6, Kharkov, 61066, Ukraine. E-mail: biotest.niiepkharkov@meta.ua

Relevance. The intensity of photosynthesis is the most common toxicity test when using algae as test objects. All methods for determining photosynthesis are based on measuring the rate of oxygen evolution or absorption of carbon dioxide in an incubation medium before and after a certain light exposure of the algae culture. **Purpose.** The determination of threshold concentrations of toxic substances for this method and study of the dependence of the type of dose-value of the toxic effect. **Research results.** Toxicity bioassay by evaluating the photosynthetic activity of algae is possible only for wastewater with acute toxicity. A direct relationship between the magnitude of the toxic effect and the duration of contact of algae with toxicants is observed for about an hour. A further increase in contact time almost does not increase the toxic effect. **Conclusions.** It is possible to significantly increase the sensitivity of the method by increasing the contact time of algae with toxicants, and, possibly, use it to evaluate low-toxic wastewater.

Key words. bioassay, algae, sensitivity, toxicants, toxic effect.

REFERENCES

1. Filenko, O.F. (1988) Water toxicology / O. F. Filenko // A. Konstantinov, S. A. Patin (ed.). - M.: MGU, 1988. 154 p.

2. Patin, S. A. (1991) Ecological and toxicological aspects of the study and quality control of the aquatic environment / S. A. Patin // Hydrobiol. magazine. - 1991. - T. 27. - №3. p. 75-77.

3. Krainyukova, A.N. (2009) System of integrated toxicological assessment of natural

and waste waters / A.N. Krainyukova // East European Journal of Advanced Technologies. - 2009. - V. 1. - № 4 (37). p. 30-33.

4. Rodríguez, M. C. (2007) Effects of chromium on photosynthetic and photoreceptive apparatus of the alga *Chlamydomonas reinhardtii* / M. C. Rodríguez, Barsanti, V. Passarelli, V. Evangelista, V. Conforti, P. Gualtieri // Environ. Res. – V. 105. - № 2. P. 234–239.

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

С. В. Коломієць,

Національний транспортний університет

Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1. E-mail: sv-kola@bigmir.net

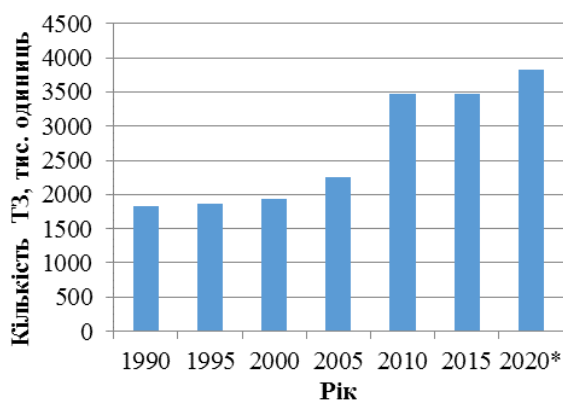
Рівень споживання енергії і ресурсів, забруднення навколишнього середовища викидами та відходами в процесах відновлення працездатності транспортних засобів визначає рівень екологічної безпеки автотранспортних підприємств. Питанням мінімізації енергоспоживання та забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами і відходами під час технологічних процесів відновлення працездатності транспортних засобів, розробленню методів оцінювання та способів підвищення екологічної безпеки автотранспортних підприємств присвячене дане дослідження. У роботі запропоновано методику оцінювання рівня екологічної безпеки автотранспортних підприємств, в основі якої лежить математична модель визначення витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з урахуванням структури парку транспортних засобів, особливостей режимів руху транспортних засобів в окремих технологічних циклах, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу транспортних засобів.

Ключові слова: автотранспортні підприємства, технологічні процеси, екологічна безпека, витрати палива та ресурсів, викиди, відходи, математичне моделювання.

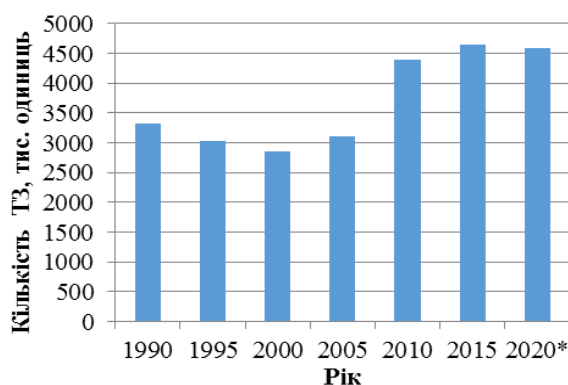
АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

Основним споживачем енергії та природних ресурсів, а також одним з головних джерел забруднення навколишнього середовища (НС) в даний час є саме автомобільний транспорт і автомобілебудування [1]. Це пов'язано із тенденцією інтенсивного збільшення кількості транспортних засобів (ТЗ), що

нерозривно пов'язано зі збільшенням чисельності населення нашої планети і підвищенням рівня його життя. За даними ДП «Державтотранс НДІпроект», загальна кількість зареєстрованих ТЗ на території України налічує близько 4,6 млн. одиниць, серед яких близько 3,5 млн. легкових (рис. 1) [2].



а)



б)

Рисунок 1 – Структура парку ТЗ в Україні (* прогноз)

а) легкових; б) загальна чисельність ТЗ

Найбільшого впливу навколишньому середовищу та здоров'ю людини завдають такі складові експлуатації як витрати палива та ресурсів, викиди в атмосферне повітря шкідливими речовинами (ШР) з відпрацьованими газами (ВГ) та відходи, які

утворюються в процесі підтримання і відновлення працездатності ТЗ [3].

На рівні окремих автотранспортних підприємств (АТП), а також підприємств, які мають на балансі значну кількість автотранспорту і самостійно здійснюють технічне обслуговування (ТО) і ремонт ТЗ,

істотний вплив на рівень екологічної безпеки ТЗ має якість та своєчасність робіт з їх ТО і ремонту, оскільки технічні несправності окремих систем ТЗ можуть призводити до значного збільшення витрати палива та викидів ШР [4]. До актуальних завдань функціонування АТП разом із забезпеченням заданого рівня технічного стану ТЗ відносяться моніторинг показників енерго- та ресурсоспоживання, викидів та відходів в технологічних процесах відновлення працездатності ТЗ для визначення поточного рівня екологічної безпеки підприємства та постійна реалізація заходів, спрямованих на зниження споживання палива та ресурсів, забруднення НС викидами та відходами [5].

Для планування і оперативної оцінки екологічної безпеки АТП в умовах дефіциту часу і вихідної інформації доцільно використання методики, що дає змогу проводити визначення витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з врахуванням структури парку ТЗ, особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ. Методика повинна бути простою і доступною рядовим співробітникам інженерно-технічної служби

АТП і дозволяти їм оперативно вирішувати поставлені перед ними природоохоронні завдання.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Система ТО і ремонту ТЗ є складною багатокомпонентною структурою яку необхідно розглядати також з точки зору впливу на довкілля: енерговикористання та забруднення НС шкідливими викидами і відходами, що в свою чергу підвищує екологічний ризик – вірогідність навмисних або випадкових, поступових та катастрофічних антропогенних змін [6].

Екологічний вплив окремих технологічних процесів етапу відновлення працездатності ТЗ полягає у використанні експлуатаційних матеріалів, нафтопродуктів, природного газу, атмосферного повітря, що супроводжується негативними процесами.

Проведений аналіз дозволив визначити десять окремих критеріїв оцінювання стаціонарних і пересувних джерел шкідливого впливу АТП, визначених за результатами аналізу суттєвих екологічних аспектів окремих технологічних процесів ТО і ремонту ТЗ і літературних джерел, які були об'єднані за показниками витрат ресурсів, викидів і відходів (рис. 2).

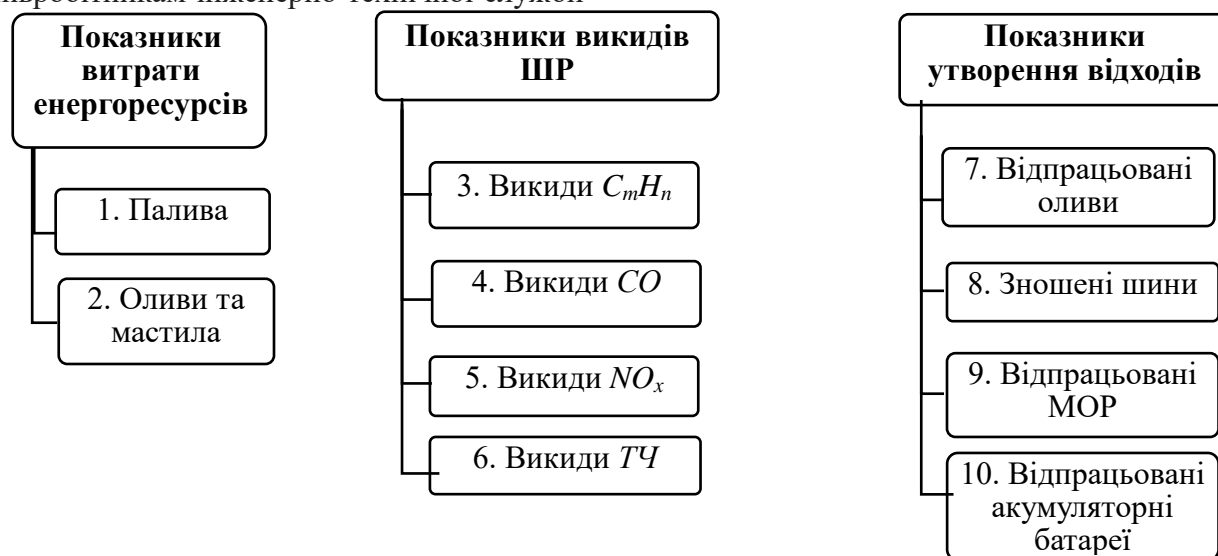


Рисунок 2 – Критерії оцінювання шкідливого впливу АТП

Складність та різноманітність технологічних операцій по відновленню працездатності ТЗ, що призводить до значного впливу на навколишнє

середовище, обумовлюють необхідність розробки системи оцінювання рівня екологічної безпеки АТП.

Стационарні організовані джерела, які дозволяють використовувати газоочисне обладнання, ефективність якого сягає 90-98%, суттєво не впливають на обсяги викидів забруднюючих речовин. На відміну від стационарних, пересувні джерела викидів, до яких відносяться ТЗ різних екологічних класів, є неорганізованими джерелами викидів, які потрібно оцінювати та контролювати в технологічному циклі з ТО і ремонту.

Саме тому було розроблено методику оцінювання рівня екологічної безпеки АТП, в основі якої лежить математична модель, яка дає змогу визначати витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з урахуванням особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, типу ТЗ, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ [5]. Структуру математичної моделі оцінювання рівня екологічної безпеки АТП наведено на рис. 3.



Рисунок 3. Структура математичної моделі оцінювання екологічної безпеки АТП

ВИСНОВКИ. Розроблено методику оцінювання рівня екологічної безпеки АТП, в основі якої лежить математична модель визначення витрати палива та ресурсів, шкідливих викидів і відходів з урахуванням структури парку ТЗ, особливостей режимів руху ТЗ в окремих технологічних циклах, характеристик технологічних операцій, періодичності проведення основних технологічних впливів протягом життєвого циклу ТЗ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт: [Навчальний посібник] 2-ге вид., перероблене та доповнене / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А. Г. Говорун [та ін.]. – К.: Арістей, 2008. – 296 с.
2. Дослідження впливу на викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря структури парку колісних транспортних засобів України. Проміжний звіт ДП «ДержавтотрансНДІпроект» з НДР. №

Державного реєстру НДР – 0112U001736. – Київ. – 2015. – 247 с.

3. Матейчик В.П. Особливості оцінки етапу експлуатації життєвого циклу транспортних засобів / В.П. Матейчик, С.В. Коломієць, Н. М. Горідько // Systemy i srodki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia. Monografia nr 2, seria: TRANSPORT/ Pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy – Rzeszow.: Politechnika Rzeszowska, 2011. – P. 217–222..

4. Матейчик В. П. Управління окремими етапами життєвого циклу транспортних засобів / В. П. Матейчик, М. Смешек, С. В. Коломієць // Вісник Севастопольського національного технічного університету.

Серія: Машино–приладобудування та транспорт. – Севастополь: СевНТУ, 2011. – Вип. 121. – С. 11–14

5. Коломієць С.В. Моніторинг екологічних впливів технологічних процесів автотранспортних підприємств / С.В. Коломієць // Systemy i srodki tranaportu samochodowego. Problemy eksploatacji i diagnostyki. Wybrane zagadnienia. Monografia nr. 10. – Seria: Transport. Rzeszow.– 2017.– P.53–60.

6. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : Технологія – Підручник. / О. А. Лудченко. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с.

METHODOLOGY OF EVALUATION THE LEVEL OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

S. Kolomiets

National Transport University

1, M. Omelianovycha-Pavlenka Str. Kyiv, Ukraine 01010. E-mail: sv-kola@bigmir.net

The level of consumption of energy and resources, pollution of the environment by emissions and waste in the processes of restoration of the working capacity of vehicles determines the level of ecological safety of motor transport enterprises. The issue of minimization of energy consumption and pollution of the environment by harmful emissions and waste during the technological and technological processes of restoring the efficiency of vehicles, the development of assessment methods and ways to improve the environmental safety of motor transport enterprises is devoted to this study. The paper presents a program module for monitoring the parameters of the technical condition of vehicles and individual indicators of their environmental safety in the technological processes of motor transport enterprises is developed, which allows to predict the indicators of environmental safety of individual vehicles in the life cycle and motor transport enterprises in general.

Key words: motor transport enterprises, technological processes, ecological safety, fuel and resource consumption, emissions, waste, mathematical modeling.

REFERENCES

1. Gutarevich Yu.F. Ecology and Road Transport: [Textbook], 2nd edition, revised and supplemented / Yu.F. Gutarevich, D.V. Zerkalov, A.G. Govorun [and others]. - K.: Aristey, 2008. - 296 p.

2. Investigation of the effect of harmful substances into the atmospheric air of the structure of the wheeled vehicles fleet of Ukraine. Interim Report of SE “DerzhavtotransNDIproekt” with GDR. State Register of the GDR - 0112U001736.- Kiev.- 2015.- 247p.

3. Mateychik V.P. Features of estimation of stage of exploitation of life cycle of vehicles / V.P. Mateychik, S.V. Kolomiets, N.M. Gorydko // Systemy i srodki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia. Monographia nr 2, series: TRANSPORT / Under the editorship of Kazimierz Lejdy - Rzeszow. : Politechnika Rzeszowska, 2011. - P. 217–222.

4. Mateychyk V.P. Management of individual stages of the life cycle of vehicles / V.P. Mateychyk, M. Smeshek, S.V. Kolomiyets // Bulletin of the Sevastopol National Technical University. Series:

Machine-Tooling and Transportation. - Sevastopol: SevNTU, 2011. - Vyp. 121. - P. 11–14

5. Kolomiets S.V Monitoring of ecological impacts of technological processes of motor transport enterprises / S.V. Kolomyets // Systemy i środki tranaportu samochodowego.

Problems of exploitation and diagnostics. Wybrane zagadnienia. Monografia nr. 10. - Seria: Transport. Rzeszow.– 2017.– P.53–60.

6. Ludchenko O.A. Car Maintenance and Maintenance: Technology - Textbook. O.A. Ludchenko. - K.: Higher School, 2007. - 527 p.

РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ДВИГУНІВ І КОТЕЛЕНЬ

А.П. Полив'янчук, д.т.н., проф., О.І. Каслін, О.О. Скурідіна, Кулік А.С., Щербак О.М. Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: armail@meta.ua

Наведено опис експериментального зразка універсальної системи екологічного діагностування транспортних двигунів і котельних установок, розробленої фахівцями Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова. Відзначено відмінні властивості цієї системи: універсальність, багатофункціональність, компактність, мобільність, простота в експлуатації, високі ступінь автоматизації та інформативність одержуваних результатів, можливість використання в науково-дослідній та у навчальній сферах. Розглянуто: структуру, склад та функціональні можливості основних модулів цієї системи: 1) вимірювального; 2) тестувально-демонстраційного; 3) лабораторного. Систематизовано методи і методики, що дозволяють визначати і аналізувати показники, що характеризують хімічні і фізичні забруднення навколишнього середовища транспортними двигунами і котельнями. Представлені результати експериментального відпрацювання створеної системи на натурних об'єктах: двигунах легкового - ВАЗ-21081, і вантажного - ЧН12/14 автомобілів, газових - ДКВР-20/13, АОГВ-100Е, твердопаливному - КЧ-М-2М-4 котлах.

Ключові слова: транспортні двигуни, котельні, забруднювачі, екологічне діагностування, універсальність.

Вступ. Екологічність є одним з найбільш важливих показників якості сучасних транспортних двигунів (ТД) і котельних установок (КУ), що обумовлено значним негативним впливом хімічного та фізичного характеру цих об'єктів на довкілля. Сумарна частка у забрудненні атмосферного повітря міського середовища комунальними КУ та транспортними ДВЗ досягає 90%. Систематичні викиди забруднюючих речовин з димовими газами котелень та відпрацьованими газами двигунів призводять до погіршення показників якості навколишнього середовища (НС), підвищення канцерогенної небезпеки та виникнення регіональних і глобальних екологічних проблем. У зв'язку з цим створення систем екологічного

діагностування ТД і КУ, які дозволяють ефективно оцінювати вплив цих об'єктів на довкілля, є актуальним напрямком досліджень.

До найбільш значимих властивостей систем екологічного діагностування ТД і КУ слід віднести:

– універсальність – можливість використання на моторних і безмоторних випробувальних стендах, натурних об'єктах, різних за типом і призначенням;

– багатофункціональність – можливість одночасного визначення показників хімічних та фізичних забруднень НС, зокрема викидів у атмосферу забруднюючих речовин (ЗР) і парникових газів, акустичні і теплові забруднення, вібрації, ін.;

- забезпечення регламентованої точності вимірювань при меншій ніж у аналогів вартості обладнання;
- компактність, мобільність та зручність у експлуатації;
- забезпечення можливості тривалої автономної роботи без використання електричних мереж;
- висока інформативність отриманих результатів;
- інноваційність впроваджених технологічних та технічних рішень;
- здатність до удосконалення – підвищення ефективності та розширення виконуваних функцій;
- забезпечення можливості наочної демонстрації принципу дії обладнання у навчальному процесі.

Мета роботи полягала в створенні та експериментальному відпрацюванні автоматизованої універсальної системи екологічного діагностування транспортних двигунів та котельних установок різного призначення за показниками, що характеризують матеріальні і фізичні забруднення НС. Для цього були вирішені наступні **завдання**: 1) створення експериментального зразку універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ; 2) систематизація методик визначення екологічних показників ТД і КУ, які характеризують хімічні та фізичні забруднення НС; 3) експериментальне відпрацювання універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ на натурних об'єктах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш чутливим і точним обладнанням для визначення концентрацій та викидів ЗР, що утворюються при згорянні вуглеводних палив, є розбавляючі тунелі, які використовуються при проведенні екологічної сертифікації автомобільних та інших транспортних ДВЗ [1]. Це обумовлено тим, що серед різних типів ТД і КУ автомобільні двигуни характеризуються найнижчими допустимими рівнями концентрацій ЗР у ВГ, які за останні 15 років – при переході від норм EURO-3 до EURO-6 зменшились у 2,5...10 разів [2]. Також тунелі характеризуються високою швидкодією та здатні вимірювати масові та

питомі викиди ЗР з ВГ при випробуваннях ДВЗ за їздовими та транзйентними циклами [3]: New European Driving Cycle (NEDC), European Transient Cycle (ETC) та ін.

Серед існуючих типів тунелів найбільш компактним і мобільним та найменш вартісним обладнанням є мікротунелі (МКТ), які характеризуються: діаметром та довжиною трубопроводу розбавлення ВГ – $D \times L - 2,5...4 \text{ см} \times 25...40 \text{ см}$; продуктивністю пробовідбірного насосу – 60...125 лн/хв.; коефіцієнтом розбавлення ВГ – 4...50. В МКТ для визначення концентрацій ЗР у ВГ (ДГ) використовується метод динамічного розбавлення газової проби повітрям до температури, яка не перевищує 52 °С – точку роси важких вуглеводнів, що містяться у продуктах згорання палива [1]. Цей метод дозволяє імітувати природній процес потрапляння ЗР у атмосферу та має такі переваги перед методом прямого вимірювання концентрацій ЗР у ВГ (ДГ): зменшується хімічна активність і температура газової проби та покращуються умови експлуатації пробовідбірного обладнання, діапазони вимірювання концентрацій ЗР збільшуються пропорційно коефіцієнту розбавлення ВГ (ДГ), розширюється галузь застосування газоаналізаторів. Порівняно з екологічними контролем транспортних ДВЗ аналогічні процедури для КУ є менш складними і передбачають встановлення фактичних рівнів хімічних та фізичних забруднень на регламентованих режимах роботи цих об'єктів. При цьому допустимі значення цих показників також мають тенденцію до зниження [4].

Матеріал і результати досліджень. Експериментальний зразок універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ створено на основі мікротунелю МКТ-2 – установки для динамічного розбавлення проби ДГ (ВГ) повітрям, що дозволило забезпечити такі властивості цієї системи, як: багатофункціональність, компактність, мобільність, зручність у експлуатації, висока ступінь автоматизації, інформативність результатів.

Основними елементами створеної вимірювальної системи є 3 модулі:

вимірювальний, тестувально-демонстраційний та лабораторний.

До складу вимірювального модулю входять:

- система динамічного розбавлення проби
- мікротунель МКТ-2 (рис. 1);



Рисунок 1 – Основні елементи мікротунелю МКТ-2:

1 – пробовідбірний пристрій; 2 – електронний модуль керування; 3 – камера для зважування фільтрів

– прилади і обладнання для безпосереднього вимірювання екологічних показників, що характеризують хімічні та фізичні забруднення НС (рис. 2), зокрема: портативний газоаналізатор ОКСИ 5М, електроаспіратор АСА-2М, шумомір-реєстратор ДТ-8852, тепловізор Testo 871, пневмометричні трубки конструкції НІИОГАЗ, мікроманометр ММН 2400, ін.



Рисунок 2 – Прилади контролю забруднень НС

До складу тестувально-демонстраційного модулю входять:

- установка для досліджень аеродинамічних процесів, що протікають у вихлопних системах двигунів та димових трубах котелень, процесів відбору та підготовки до аналізу газових проб (рис. 3);



Рисунок 3 – Установка для досліджень аеродинамічних процесів в трубах КУ і ТД – лабораторна стійка-трансформер, на базі якої можуть збиратися різні вимірювальні та випробувальні стенди відповідно до завдань досліджень (рис. 4);



Рисунок 4 – Лабораторна стійка-трансформер – мультимедійний комплекс, оснащений планшетним ПК з комплектом спеціалізованого програмного забезпечення і доступом до мережі Internet та інформаційною SMART-панеллю діаметром 43" для демонстрації роботи приладів, обладнання, прикладних програм, результатів досліджень, тощо.

До складу лабораторного модулю входять лабораторні прилади, обладнання і витратні матеріали, які використовуються при проведенні аналізу проб, відібраних в ході екологічних досліджень натурних об'єктів, зокрема: спектрофотометри КФК-2, ULAB 102, електронні ваги Radwag AS 60/220 R2, ТВЕ-0,5-0,01, витяжна шафа ШВЛ-02, хімічні реактиви, посуд.

При використанні універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ застосовуються нормовані методи та методики контролю хімічних та фізичних забруднень навколишнього середовища:

– методи відбору, транспортування та підготовки до аналізу газових проб; що відбираються з ДГ КУ;

– методика визначення швидкості та витрати газового потоку в димовій трубі КУ;

– методика визначення масових викидів забруднюючих речовин, що містяться у ВГ ДВЗ;

– методика проведення лабораторного аналізу газових проб з використанням спектрофотометру;

– методика оцінки ступеня забруднення атмосфери димовими газами КУ;

– методика оцінки еколого-економічних збитків від забруднення атмосфери шкідливими викидами котельнь;

– методика вимірювань транспортних та промислових шумів з використанням шумоміру.

З метою експериментального відпрацювання створеної системи проведено комплекс досліджень на натурних об'єктах.

Дослідження екологічних показників транспортних двигунів. Проведено комплексні дослідження з визначення концентрацій та масових викидів ЗР з ВГ бензинового двигуна легкового автомобіля – ВАЗ-21081 при його роботі на режимі холостого ходу (рис. 5) та автотракторного дизеля 4ЧН12/14 на різних режимах його роботи (рис. 6).



Масова витрата ВГ, кг/год	Концентрації у ВГ		Масовий викид ЗР, кг/год	
	CO, %	NO _x , ppm	CO	NO _x
72,1	0,65	215	0,362	0,012

Рисунок 5 – Результати досліджень екологічних показників бензинового двигуна ВАЗ-21081

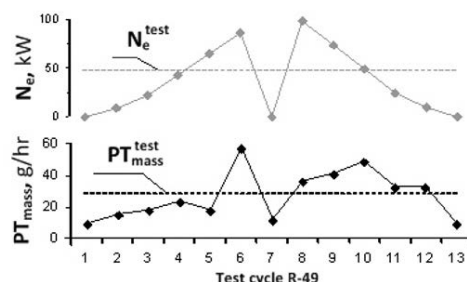


Рисунок 6 – Результати випробувань дизеля 4ЧН12/14 за Європейським циклом ESC (R-49)

В ході випробувань досліджено рівні виробничого шуму в машинному залі при роботі стендів з ДВЗ відповідно до методики [5] (рис. 7).

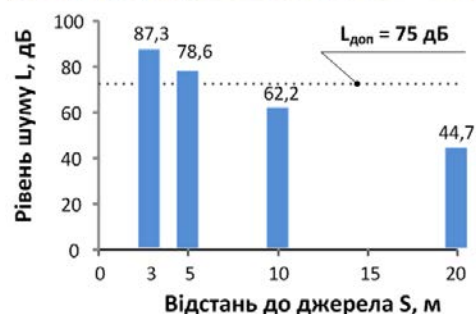
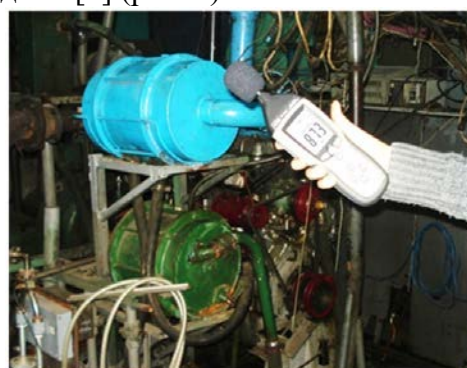


Рисунок 7 – Результати досліджень рівнів виробничого шуму в машинному залі
Дослідження екологічних показників котельнь. На базі газової котельні смт. Рогань Харківської обл. з паровим котлом ДКВР-20/13 проведено: відпрацювання методик вимірювання швидкості та витрати потоку ДГ в газоході з прямокутним

перетином, визначення концентрацій газоподібних забруднюючих речовин у ДГ (рис. 8), відпрацювання процедури тепловізійного обстеження обладнання та теплозахисних конструкцій КУ з використанням тепловізора Testo 871 та програмного забезпечення для аналізу термограм IrSoft (рис. 9).



Рисунок 8 – Контроль швидкості і витрати потоку та токсичності димових газів КУ

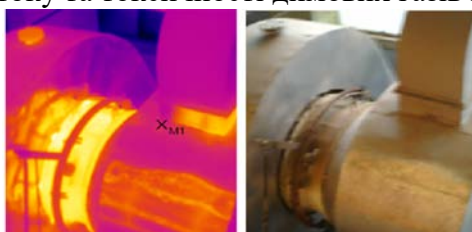


Рисунок 9 – Результати теплодіагностики КУ

Відповідно до ОНД 86 на базі програмного комплексу «ЭОЛ 2000 [h]» з утилітою «Показник ризику» проведено розрахунки забруднення атмосфери прилеглих територій двома КУ: 1) газової котельні Дублянської загальноосвітньої школи I-III ступенів з котлом АОГВ-100Е номінальною потужністю $N_{\text{ном}} = 100$ кВт (джерело викиду – труба висотою 10 м з круглим гирлом діаметром 0,3 м; заміри викидів димових газів виконані при навантаженні $0,54 \cdot N_{\text{ном}}$); 2) котельні Мурафської загальноосвітньої школи I-III ступенів, з котлом КЧМ-2М-4 номінальною потужністю $N_{\text{ном}} = 50$ кВт, що працює на дерев'яних пелетах (джерело викиду – труба висотою 8 м з круглим гирлом діаметром 0,3 м; заміри викидів димових газів виконані при навантаженні $0,4 \cdot N_{\text{ном}}$) (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати досліджень викидів КУ

Об'єкт	Максимальна приземна концентрація C_m , долі ГДК		Відстань до джерела $X_{\text{зм}}$, м	Небезпечна швидкість повітря, V_m , м/с	Радіус зони впливу джерела, м
	NO ₂	CO			
1 – котел АОГВ-100Е Дублянська ЗОШ	NO ₂	0,0417	26,14	0,50	115
	NO	0,0052			
	CO	0,1424			
2 – котел КЧМ-2М-4 Мурафська ЗОШ	NO ₂	0,1072	23,11	0,56	80
	NO	0,0085			
	CO	0,0908			

Експериментальне відпрацювання підтвердило практичну придатність створеної вимірювальної системи для проведення ефективного контролю хімічних і фізичних забруднень НС від ТД і КУ та продемонструвало її універсальність, мобільність, зручність у експлуатації.

Висновки. Створено експериментальний зразок універсальної системи екологічного діагностування транспортних двигунів і котельень. Система складається з 3-х модулів: *вимірювального; тестувально-демонстраційного; лабораторного.*

Визначено та систематизовано нормовані методи та методики, які дозволяють визначати показники, що характеризують хімічні та фізичні забруднення навколишнього середовища тепловими двигунами та котельнями.

Проведено експериментальне відпрацювання універсальної системи екологічного діагностування котельних установок і транспортних двигунів на натурних об'єктах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Foote E. Evaluation of Partial Flow Dilution Methodology for Light Duty Particulate Mass Measurement / E. Foote, M. Maricq, M. Sherman. // SAE Technical Paper № 2013-01-1567. – 2013. – 10 p.
2. Littera D. Comparison of Particulate Matter Emissions from Different Aftertreatment Technologies in a Wind Tunnel / D. Littera, A. Cozzolini, M. Besch. // SAE Technical Paper № 2013-24-0175. – 2013. – 17 p.
3. Bielaczyc P. Exhaust Emissions of Gaseous and Solid Pollutants Measure do verthe NEDC, FTP-75 and WLTC Chassis Dynamometer Driving Cycles / P. Bielaczyc, J.

Woodburn Szczotka // SAE Technical Paper № 2016-01-1008. – 2016. – 13 p.

4. Варламов Г.Б. Загальні підходи до створення методологічних основ енерго-екологічного аналізу експлуатації об'єктів ПЕК / Г.Б. Варламов, К.О. Приймак //

Энергосбережение.

Энергетика.

Энергоаудит. – 2013. - № 10 (116). – С. 2-9.

5. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – К., 1999. – 34 с.

DEVELOPMENT UNIVERSAL SYSTEM ECOLOGICAL CONTROL OF ENGINES AND BOILER PLANT

A. Polivyanchuk (Doctor of Technical Sciences, Prof.), O. Kaslin, O. Skuridina, A. Kulik, O. Scherbak

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Marshala Bazhanova street, 17, Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: apmail@meta.ua

A description is given of an experimental sample of a universal system for the environmental diagnosis of transport engines and boiler plants, developed by specialists from O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. The distinctive features of this system are noted: universality, multifunctionality, compactness, mobility, ease of operation, high degree of automation and information content of the results provided, possibility of use in research and educational fields. The following are examined: the structure, composition and functionality of the main modules of this system: 1) measuring device; 2) testing and demonstration; 3) laboratory. Systematic methods and techniques to determine and analyze indicators characterizing chemical and physical pollution of the environment by transport engines and boiler plants. The results of experimental testing of the measuring system at full-scale objects: gasoline engine of a car - BA3-21081, automotive diesel engine - 4ЧН12/14, gas boilers - ДКВР-20/13, АОГВ-100Е, solid fuel boiler - КЧ-М-2М-4. Tests have confirmed the practical suitability of the created measuring system.

Key words: transport engines, boiler plants, pollutants, environmental diagnosis, experimental testing.

REFERENCES

1. Foote, E., Maricq, M., Sherman, M. (2013). Evaluation of Partial Flow Dilution Methodology for Light Duty Particulate Mass Measurement. SAE Technical Paper, 2013-01-1567, 10. [in English].

2. Littera, D., Cozzolini, A., Besch, M. (2013). Comparison of Particulate Matter Emissions from Different Aftertreatment Technologies in a Wind Tunnel. SAE Technical Paper, 2013-24-0175, 17. [in English].

3. Bielaczyc, P., Woodburn, J. (2016). Exhaust Emissions of Gaseous and Solid Pollutants Measure over the NEDC, FTP-75 and WLTC Chassis Dynamometer Driving

Cycles. SAE Technical Paper, 2016-01-1008, 13. [in English].

4. Varlamov, G., Prymak, K. (2013). Zagalni pidxody do stvorennya metodologichnyh osnov energo-ekologichnogo analizu ekspluataciyi obyektiv PEK. [General approach to the creation of methodological bases of energy-ecological analysis of the operation of fuel and energy complex facilities]. Energy saving. Power engineering. Energy audit, 10(116), 2-9. [in Ukrainian].

5. SSN 3.3.6.037-99. (1999), Sanitarni normy vyrobnychoho shumu, ultrazvuku ta infrazvuku. [Sanitary norms of production noise, ultrasound and infrasound]. Standards publisher, 34. [in Ukrainian].

ПІДВИЩЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ СИСТЕМАМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ ВПРОВАДЖЕННЯМ В НИХ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

А.П. Полив'янчук, д.т.н., проф., С.В. Романенко, Р.А. Семененко, Л.В. Семененко, Жидкова І.Є.

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: armail@ukr.net*

Представлено результати комплексного оцінювання економічного, екологічного та енергетичного ефектів від використання технології «розумний будинок» при опаленні приміщень натурального об'єкту - комунального закладу «Харківський палац дитячої та юнацької творчості Харківської міської ради Харківської області». Запропоновано методiku оцінки ефективності енергозберігаючих заходів в будівлях за та еколого-енергетичними та економічними критеріями. Проведено аналіз потреби приміщень будівлі натурального об'єкту у комфортному теплозабезпеченні. Встановлено щорічний ефект від впровадження в цій будівлі системи автоматизованого управління тепловими режимами приміщень – HERZ Smart Comfort за критеріями: економії теплової енергії – 130,3 Гкал або 7,0%; зменшення споживання природного газу – 16,5 тис. м³, скорочення викидів CO₂ у атмосферу – 32,0 т; зменшення плати за опалення – 249,5 тис. грн.

Ключові слова: теплопостачання, енергозбереження, тепловий режим, система опалення, ефективність.

Вступ. Функціонування систем комунальної енергетики супроводжується значним негативним впливом на навколишнє середовище – викидів CO₂ та забруднюючих речовин у атмосферу, що сприяє розвитку та посиленню локальних і глобальних екологічних проблем. Робота котельних установок і ТЕЦ потребує забезпечення паливом, потреба в якому з розширенням теплових мереж зростає.

Актуальною проблемою вітчизняних комунальних господарств є нераціональне використання теплової енергії при теплозабезпеченні будівель. Негативними наслідками цієї проблеми є надмірне споживання вичерпних природних ресурсів, збільшення екологічного навантаження на навколишнє середовище, систематичне несення невинуватених економічних витрат населенням в опалювальні періоди та ін. За напрямками негативного впливу ці наслідки можна розділити на три групи: енергетичні, екологічні та економічні.

Одним з перспективних заходів щодо вирішення вказаної проблеми є впровадження технології «розумний будинок» при керуванні режимами опалення будівлі. Цей захід передбачає використання системи автоматизованого регулювання теплових режимів приміщень

будівлі з врахуванням фактичної потреби їх в комфортному теплозабезпеченні – системи HERZ Smart Comfort [1] або її аналога. Для забезпечення максимальної результативності даного заходу його ефективність слід розглядати, як комплексну величину, в якій враховуються енергетичні, екологічні та економічні показники.

Мета роботи полягала в комплексному оцінюванні енергетичної, екологічної та економічної ефективності використання технології «розумний будинок» для керування режимами опалення приміщень натурального об'єкту – Комунального закладу «Харківський палац дитячої та юнацької творчості Харківської міської ради Харківської області» (КЗ ХПДЮТ). Для досягнення цієї мети вирішені наступні завдання:

- 1) аналіз будівлі натурального об'єкту та потреби її приміщень у комфортному тепловому забезпеченні;
- 2) розробка методики комплексного оцінювання ефективності енергозберігаючих заходів в будівлях;
- 3) комплексне оцінювання ефективності впровадження системи HERZ Smart Comfort.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У останні роки значна кількість

міст України, зокрема Київ, Харків, Львів, Тернопіль, Чернівці та ін. приєдналися до «Угоди мерів по клімату і енергії» [2], якою передбачається проведення муніципальними органами влади заходів щодо суттєвого зменшення викидів у атмосферу парникових газів – на 30 % до 2030 р. Досягнення такого результату потребує нової стратегії використання і розвитку міських теплових мереж, яка передбачає підвищення екологічної безпеки котельних установок і ТЕЦ за рахунок впровадження інноваційних високоефективних енергоекологічних технологій спалювання палива у поєднанні з використанням нетрадиційних джерел енергії: теплових насосів, енергії вітру, сонця, біоресурсів, геотермальних джерел, тощо [3]. Разом з цим стимуляція ефективного споживання теплової енергії населенням дозволить зменшити ресурсомісткість теплових мереж, що зумовить зниження забруднення довкілля і скорочення викидів у атмосферу парникових газів. [4].

Матеріал і результати досліджень.
Аналіз натурного об'єкту та потреби його приміщень у комфортному тепловому забезпеченні. Об'єкт досліджень – будівля КЗ ХПДЮТ 1993 р. забудови, складається із двох корпусів, має багаторівневу складну Т-подібну форму (рис. 1).

Згідно з проектною документацією на будівлю: її будівельний об'єм складає 80375 м³, загальна площа будівлі дорівнює 15159 м²; корисна площа 13712 м²; проектна витрата теплової енергії на опалення 1 м² загальної площі дорівнює 183 Вт/м².

Теплопостачання будівлі на потреби опалення та гарячого водопостачання здійснюється від теплових мереж підприємства КП «Харківські теплові мережі». Згідно з проектною документацією загальна розрахункова приєднана потужність будівлі складає 2,784 Гкал/год, в т.ч.: система опалення – 0,834 Гкал/год; система вентиляції – 1,50 Гкал/год; система гарячого водопостачання – 0,45 Гкал/год. Фактичні обсяги теплоспоживання будівлі у Гкал, усереднені за 4 роки, складають: річний – 1870,3. За ознакою тривалості фактичного використання приміщення

будівлі можна поділити на 4 групи: цілодобово; з 9.00 до 19.00 (крім вихідних); з 14.00 до 20.00; за особливим графіком (рис. 2).

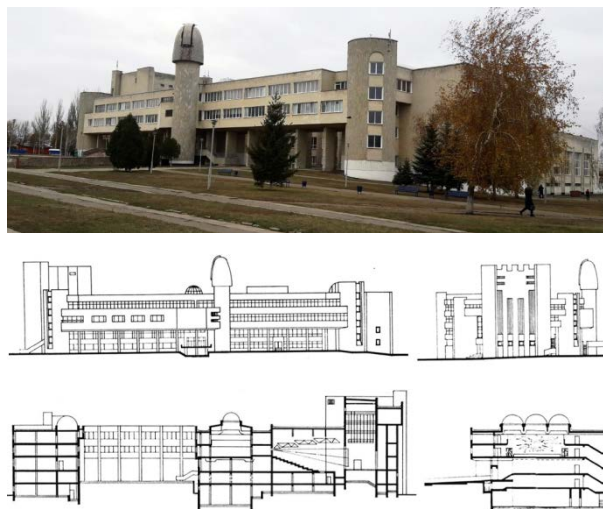


Рисунок 1 – Загальний вигляд будівлі КЗ ХПДЮТ



Рисунок 2 – Результати аналізу потреби приміщень будівлі у комфортному теплозабезпеченні

Методика комплексного оцінювання ефективності енергозберігаючих заходів створена з метою підвищення інформативності процесу оцінювання шляхом врахування при його проведенні різних критеріїв ефективності. Її сутність полягає в тому, що загальна ефективність енергозберігаючих заходів розглядається, як 3-компонентний вектор, складовими якого є енергетичний, екологічний та економічний ефекти від їх впровадження.

При цьому критеріями ефективності є:

– *енергетичного ефекту*: абсолютне – ΔQ (кВт·год) і відносне – δQ (%) значення зекономленої кількості теплової енергії за

опалювальний період, які визначаються за формулами:

$$\Delta Q = Q_{\text{сум1}} - Q_{\text{сум2}}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{сум1}}$ і $Q_{\text{сум2}}$ – сумарні теплові втрати через огорожувальні конструкції будівлі за опалювальний період до і після впровадження енергозберігаючих заходів, відповідно, кВт·год;

$$\delta Q = \frac{Q_{\text{сум1}} - Q_{\text{сум2}}}{Q_{\text{сум1}}} \cdot 100\%; \quad (2)$$

– *екологічного ефекту*: маса (об'єм) зекономленого палива – $\Delta M_{\text{п}}$ (кг) ($\Delta V_{\text{п}}$ (м³)), зменшення маси викидів у атмосферу парникових газів, зокрема – CO₂ і забруднюючих речовин – $\Delta M_{\text{ЗР}}$ (кг):

$$\Delta M_n = 3,6 \cdot \frac{\Delta Q}{Q_n}, \quad (3)$$

де Q_n – нижча теплота згоряння палива, МДж/кг;

$$\Delta V_n = \frac{\Delta M_{\text{п}}}{\rho_n}, \quad (4)$$

де ρ_n – густина палива, кг/м³;

$$\Delta M_{\text{ЗР}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot K_{\text{ЗР}} \cdot \Delta Q, \quad (5)$$

де $K_{\text{ЗР}}$ – коефіцієнт емісії забруднюючої речовини, г/ГДж;

– *економічного ефекту*: зменшення плати за кількість теплової енергії, спожитої за опалювальний період – $\Delta C_{\text{оп}}$ (грн) та за паливо – $\Delta C_{\text{п}}$ (грн):

$$\Delta C_{\text{оп}} = 9,6 \cdot 10^{-4} \cdot c_{\text{оп}} \cdot \Delta Q, \quad (6)$$

де $c_{\text{оп}}$ – вартість одиниці теплової енергії згідно встановлених тарифів, грн/Гкал;

$$\Delta C_n = 10^{-3} \cdot c_n \cdot \Delta V_n, \quad (7)$$

де c_n – вартість палива згідно встановлених тарифів, грн/т або грн/тис. м³.

Методика оцінювання енергоефективності використання системи HERZ Smart Comfort на об'єкті досліджень.

У приміщеннях, які не використовуються цілодобово, існує можливість введення економного режиму витрати тепла шляхом зниження температури в період відсутності персоналу та відвідувачів. У розрахунку приймається середня комфортна температура в приміщенні, що дорівнює 20 °С. Тимчасове зниження температури доцільно, якщо приміщення не використовується протягом 10-12 годин і більше, що має місце в більшості навчальних і службових приміщень

у нічний час, у вихідні та святкові дні. Тимчасове зниження температури не повинно перевищувати 4 °С щоб уникнути порушення вологісного режиму і появи температурних деформацій [1]. Приймалось, що система автоматизованого керування тепловими режимами приміщень забезпечує комфортну температуру лише в приміщеннях, які фактично використовуються персоналом та відвідувачами, в інших приміщеннях вона підтримує температуру економного режиму – меншу на 4 °С від комфортної, тобто 16 °С. В якості вихідних даних для проведення досліджень використано значення опалювальних площ приміщень будівлі та результати аналізу їх потреби в комфортному тепловому забезпеченні (табл. 1, див. рис. 2).

Таблиця 1 – Класифікація приміщень будівлі

Тип приміщень	Режим використання	Площа, м ²	Доля від загальної площі, %
Приміщення з цілодобовим перебуванням персоналу	цілодобово	1079	11,9
Адміністративні приміщення	пн. – пт. з 9.00 по 18.00	1382	15,3
Навчальні приміщення, які використовуються в одну зміну	з 8.00 по 13.00	4208	46,6
Навчальні приміщення, які використовуються у дві зміни	з 8.00 по 18.00	390	4,3
Глядацька зала на 450 місць	2 дня на тиждень з 9.00 по 18.00	615	6,8
Коридори	цілодобово	1365	15,1
Загальна площа		9033	100,0

У розрахунках враховувалася діючий на момент проведення досліджень тариф на тепло (без урахування ПДВ) – 1595,6 грн / Гкал [5]. Теплова інерція будівлі не враховувалася. Вважалось, що теплові втрати, орієнтовно, пропорційні площі приміщення. Оптимізацію подачі тепла за часом передбачається провести у всій будівлі, за

винятком приміщень з цілодобовим перебуванням персоналу. У розрахунках використовувалися такі співвідношення.

Фактичне споживання теплової енергії в опалювальні сезони 2015-2018 рр.:

$$Q_{\phi} = k \cdot F \cdot \Delta t_{\phi}, \quad (8)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м²; F – площа огороджувальних конструкцій, м²; Δt_{ϕ} – різниця температури повітря в приміщенні і середньомісячної температури зовнішнього повітря в опалювальні сезони 2015-2018 рр., °С;

звідки випливає:

$$k \cdot F = \frac{Q_{\phi}}{\Delta t_{\phi}}. \quad (9)$$

Розрахункове споживання теплової енергії для середньомісячних температур зовнішнього повітря опалювального сезону за період 1981-2016 рр. до використання терморегулювання (ТР) визначаємо шляхом оптимізації тимчасового температурного режиму будівлі:

$$Q_p = k \cdot F \cdot \Delta t_p = \frac{Q_{\phi}}{\Delta t_{\phi}} \cdot \Delta t_p, \quad (10)$$

де Δt_p – різниця внутрішньої і зовнішньої температур для середньомісячних температур опалювального сезону, °С.

Споживання теплової енергії після ТР, Гкал:

$$Q_{TR} = \frac{Q_p \cdot \tau_{16} \cdot (\Delta t_p - 4)}{\Delta t_p \cdot \tau_p} + \frac{Q_p \cdot \tau_{20}}{\tau_p}, \quad (11)$$

де τ_{16} – кількість годин у тиждень з температурою в приміщенні 16 °С, год; τ_{20} – кількість годин у тиждень з температурою в приміщенні 20 °С, год; τ_p – кількість годин у тижні, год.

Середньомісячні значення фактичного споживання теплової енергії були скориговані з урахуванням середньомісячних температур зовнішнього повітря в Харкові за тривалий період.

В якості вихідних даних для розрахунків використовувались значення середньомісячного фактичного споживання теплової енергії об'єктом досліджень в опалювальні сезони 2015–2018 рр. (табл. 2).

Таблиця 2 – Середньомісячне споживання теплової енергії будівлею КЗ ХПДЮТ – Q_{ϕ} , Гкал

Місяць	1	2	3	4	0	1	2
Споживання теплової енергії	60,5	35,6	71,2	5,1	5,6	77,4	40,5

Результати досліджень та їх аналіз. У відповідності до вищенаведеної методики проведено оцінювання економії теплової енергії за всіма приміщеннями будівлі КЗ ХПДЮТ, що підлягають оптимізації температурного режиму. Результати розрахунків (табл. 3) свідчать про те, що застосування оптимізації температурного режиму будівлі шляхом зниження температури в період відсутності персоналу та відвідувачів дозволить заощадити протягом опалювального сезону 130,3 Гкал теплової енергії і близько 250 тис. грн. на оплату тепла.

Таблиця 3 – Результати розрахунків економії теплової енергії по всім приміщенням натурального об'єкту, що підлягають оптимізації температурного режиму

Місяць	Потреба в тепловій енергії до ТР, Гкал	Потреба в тепловій енергії після ТР, Гкал	Економія теплової енергії в результаті ТР, Гкал	Частка зекономленої енергії, %
Січень	258	234,2	23,8	9,2
Лютий	255	231,4	23,6	9,3
Березень	185	163,0	22	11,9
Квітень (за період з 01.04.17 по 14.04.17)	66	54,0	12	18,2
Жовтень (за період з 15.10.17 по 31.10.17)	59	49,8	9,2	15,6
Листопад	188	165,5	22,5	12,0
Грудень	160	142,8	17,2	10,7
Опалювальний сезон	1171	1040,7	130,3	11,1

Комплексне оцінювання ефективності впровадження технології «розумний будинок» в системі опалення натурального об'єкту показує, що цей захід дозволяє отримати такий річний ефект (рис. 3): енергетичний: економія теплової енергії – 130,3 Гкал або 7,0%; екологічний: скорочення витрати природного газу – 16,5 тис. м³, зменшення викидів у атмосферу CO₂ і NO_x – 32,0 т і 0,035 т, відповідно; економічний: скорочення плати за опалення – 249,5 тис. грн.

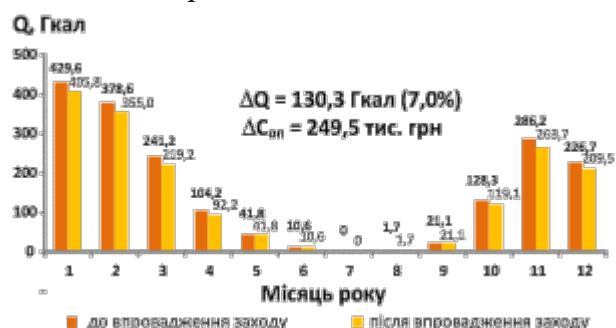


Рисунок 3 – Результати оцінки ефективності управління тепловими режимами приміщень

Висновки. 1. Створено методику комплексного оцінювання ефективності

енергозберігаючих заходів, яка дозволяє визначати показники енергетичного, екологічного та економічного ефектів: абсолютне і відносне значення кількості зекономленої теплової енергії, величини зменшення кількості палива, викидів у атмосферу парникових газів і забруднюючих речовин, величини зменшення плати за використане паливо та кількість спожитої теплової енергії.

2. Для натурального об'єкту – будівлі КЗ ХПДЮТ оцінено річний ефект від використання технології «розумний будинок» для керування системою опалення: енергетичний: економія теплової енергії – 130,3 Гкал або 7,0%; екологічний: скорочення витрати природного газу – 16,5 тис. м³, зменшення викидів у атмосферу CO₂ і NO_x – 32,0 т і 0,035 т, відповідно; економічний: скорочення плати за опалення – 249,5 тис. грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Polivyanchuk A., Kovalenko Y. Improving the efficiency of thermal energy use when heating buildings through the introduction of technologies «smart home». // Вісник Харківського національного університету ім.

В.Н. Каразіна. Серія «Екологія», 2018. – Випуск №19. – С. 119-126.

2. The Covenant of Mayors for Climate and Energy Reporting Guidelines / Covenant of Mayors & Mayors for climate and energy // Adapt Offices and the Joint Research Centre of the European Commission, 2016. – 78 s.

3. Alibekova A., Shaimerdenova G., Agilbaeva M. Ecological problems of thermal power plants // Journal of Industrial Technology and Engineering, 2013. – № 4(09). – Pp. 40-44.

4. Малярєнко В.А., Щєрбак І.Є. Аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів

України та їх раціонального використання // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування, 2013. – № 14(988). – С. 118-126.

5. Тарифи на теплову енергію для бюджетних установ, інших споживачів (крім населення) і релігійних організацій. КП «Харківські теплові мережі» [електронний ресурс] / режим доступу: http://www.hts.kharkov.ua/KPHTS_v2_public_info_tarify.php.

IMPROVING THE RATIONALITY OF USING HEAT ENERGY IN THE HEATING SYSTEM OF BUILDINGS INTRODUCING INTO THEM THE "SMART HOUSE" TECHNOLOGIES

A. Polivyanchuk, S. Romanenko, R. Semenenko, L. Semenenko, I. Zhidkova

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Marshala Bazhanova street, 17, Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: office@kname.edu.ua

The results of a comprehensive assessment of the economic, environmental and energy effects of the use of the «smart home» technology when heating the premises of a full-scale object - the municipal institution «Kharkov Palace of Children and Youth Creativity of the Kharkiv City Council of the Kharkov Region» are presented. A methodology for assessing the effectiveness of energy-saving measures in buildings according to environmental, energy and economic criteria is proposed. The analysis of the needs of the premises of the building of the natural object in comfortable heat supply. The annual effect of introducing the automated thermal management system for the premises in this building - HERZ Smart Comfort was established according to the criteria: thermal energy saving – 130.3 Gcal or 7.0%; reduction of natural gas consumption – 16.5 thousand m³, reduction of CO₂ emissions into the atmosphere – 32.0 tons; reduction in heating fees – 249.5 thousand UAH.

Key words: heat supply, energy saving, heating system, thermal regime, efficiency.

REFERENCES

1. Polivyanchuk, A., Kovalenko, Y. (2018). Improving the efficiency of thermal energy use when heating buildings through the introduction of technologies «smart home». Herald of Kharkiv National University named V. Karazin: ecology, 19, 119-126. [in English].

2. The Covenant of Mayors for Climate and Energy Reporting Guidelines / Covenant of Mayors & Mayors for climate and energy (2016). Adapt Offices and the Joint Research Centre of the European Commission, 78. [in English].

3. Alibekova, A., Shaimerdenova, G., Agilbaeva, M. (2013). Ecological problems of thermal power plants. Journal of Industrial Technology and Engineering, № 4(09), 40-44. [in English].

4. Maiarenko, V., Sherbak, I. (2013). Analiz spozhyvannya palyvno-enerhetychnykh resursiv

Ukrayiny ta yih racional'noho vykorystannya. [Analysis of consumption of fuel and energy resources of Ukraine and their rational use]. Bulletin of the NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment, 14(988), 118-126. [in Ukrainian].

5. Taryfy na teplovu enerhiyu dlya byudzhetykh ustanov, inshykh spozhyvachiv (krim naseleण्या) i relihiynyh orhanizacij. KP «Xarkivs'ki teplovi merezhi». [elektronnyj resurs] (2018). [Tariffs for heat energy for budget institutions, other consumers (except for population) and religious organizations. Communal Enterprise "Kharkiv heat networks"]. [electronic resource]. http://www.hts.kharkov.ua/KPHTS_v2_public_info_tarify.php. [in Ukrainian].

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ SOUNDPLAN ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ АКУСТИЧНОЇ ОБСТАНОВКИ І ПОШИРЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН, СТВОРЮВАНИХ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.

Д. В. Поліщук, к.т.н.,

головний інженер ВО «Машинобудівний завод»

вул. Героїв України, 94, м. Світловодськ, 27500, Україна. E-mail: mash-zavod@i.ua

Л. С. Шелудченко, к.т.н., доц.

Подільський державний аграрно-технічний університет

вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, 32316, Україна.

E-mail: selucenkolesa@gmail.com

Проблема шуму і забруднення, створюваного автомобільним транспортом, надзвичайно актуальна. З розвитком цифрових технологій з'явилася можливість побудови ситуаційних шумових карт і карт забруднення мінеральними речовинами від автомобільного транспорту. Завдяки побудові шумових карт є можливість планувати будівництво як автомобільних доріг, так і житлових будинків, враховуючи шумове забруднення території. У роботі показано, на прикладі окремої території, можливість побудови шумової карти місцевості за допомогою програмного комплексу SoundPLAN. З'ясовано, що за допомогою програми можна змодельовати і розрахувати шумові екрани з необхідними характеристиками. Визначено, що за допомогою модуля MISCAM можна розраховувати на карті місцевості кількість мінеральних речовин, які створює автомобільний транспорт, як твердих, так і газоподібних.

Ключові слова: Автомобільний транспорт, шум, мінеральні речовини, шумозахисний екран, програма SoundPLAN.

Вступ. Оцінка шумового забруднення навколишнього середовища надзвичайно актуальна для сучасних міст. Велика кількість джерел шуму створюють постійний підвищений шумовий фон в смузі біологічно активних частот людського організму, що робить негативний вплив на здоров'я людини. В європейських країнах процедура прогнозування шумового навантаження на навколишнє середовище передують проектуванню та будівництву транспортних магістралей, житлових і промислових будівель, вокзалів і аеропортів. Карта шуму міста дає можливість регулювати рівень шуму на житловій території міста, а також служить основою для розробки комплексних містобудівних заходів щодо захисту житлової забудови від шуму, розвитку транспортної інфраструктури. В даний час в Україні тільки починаються повномасштабні роботи по використанню геоінформаційних технологій для оцінки шумового навантаження на навколишнє середовище. В зв'язку з цим актуальним є вирішення завдань по розробці методик побудови карт розподілу шумового

навантаження на території України з використанням геоінформаційних технологій.

Мета роботи. В Європі широко використовуються програмні пакети, які, на основі інформації про основні джерела шуму, будують карти розподілу шумового навантаження. Результати, отримані за допомогою цих пакетів, в значній мірі залежать від цієї інформації. Для побудови шумових карт необхідна розробка методики отримання даних, які необхідні моделюючій програмі. Такими даними є:

- параметри об'єктів, що впливають на розповсюдження шуму;
- дані за джерелами шуму, що дозволяють оцінити їх звукову потужність.

Одним з основних шумових забруднювачів в умовах міста є транспорт. При побудові карти шуму міста враховують умови руху на магістральних вулицях, інтенсивність і швидкість руху, кількість одиниць легкого і важкого транспорту в потоці, наявність тролейбусів, трамваїв. Для складання карти необхідно мати дані по магістральних вулицях (поперечні і

поздовжні профілі, довжина перегонів, типи транспортних вузлів з перетинами на різних рівнях, типи перехресть і площ, дорожнє покриття, конструкція трамвайної колії).

У даній роботі розглядається методика отримання величин, що характеризують транспортний потік, застосування програмного комплексу SoundPLAN для обробки результатів досліджень і побудова шумових карт і карт поширення мінеральних речовин, створюваних автомобільним транспортом на прикладі деяких районів м. Олександрія, Кіровоградської області. Метою роботи є візуалізація отриманих результатів для прийняття рішень по зниженню техногенного навантаження на довкілля.

Матеріал і результати досліджень.

Для моделювання шумового навантаження необхідно знати звукову потужність джерел шуму. Звукову потужність транспортного потоку можна визначити або на основі рівня шуму, виміряного в безпосередній близькості від дороги, або на основі даних про кількість проїжджаючих транспортних засобів за годину. Шумові карти будують на основі даних про кількість машин на годину, а потім для апробації результатів моделювання вимірюють рівні шуму в контрольних точках. Вимірювання рівня шуму в безпосередній близькості від дороги дозволяють оцінювати правильність визначення звукової потужності дороги, розрахованої на основі кількості машин на годину. Таким чином, транспортний потік характеризується двома вимірювальними величинами: рівнем шуму, виміряним у безпосередній близькості від дороги і кількістю машин, що рухаються, на годину. Ці величини пов'язані між собою через звукову потужність дороги. Отримані результати запропоновано обробляти за допомогою програмного комплексу SoundPLAN.

Програма SoundPLAN, розроблена компанією Braunstein + Berndt GmbH (SoundPLAN GmbH) - виробником програмного забезпечення і консультантом з інженерних питань - вийшла в світ в 1986р. Незабаром вона стала основною

програмою для розрахунку зовнішнього шуму в Німеччині, а після поширилася по всьому світу, зайнявши лідируюче положення серед програмного забезпечення, призначеного для моделювання шумового забруднення, картування і оцінки шуму. Модулі для оптимізації акустичних екранів, інструменти аналізу витрат, розрахунок шуму всередині приміщень промислових підприємств і поширення шуму назовні, а також модуль для оцінки забруднення атмосфери стали успішним доповненням програмного комплексу SoundPLAN.

Транспортний потік можна характеризувати рівнем шуму L_A екв, що вимірюється в безпосередній близькості від дороги

$$L_{A\text{екв}} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \right] \quad (1)$$

де P_A - звуковий тиск в вимірюваній точці; індекс А означає те, що даний тиск множиться

на вагову функцію, яка відобразить неоднакове сприйняття звуку людиною в залежності від частоти (даний індекс часто опускають і пишуть просто $L_{екв}$); P_0 - пороговий звуковий тиск в вимірювальній точці; t_1, t_2 - час початку і закінчення проведення вимірювань.

Отримані дані були оброблені за допомогою програмного комплексу SoundPLAN. Були побудовані ситуаційні шумові карти місцевості в районі автовокзалу міста Олександрія Кіровоградської області для денного і нічного часу доби.

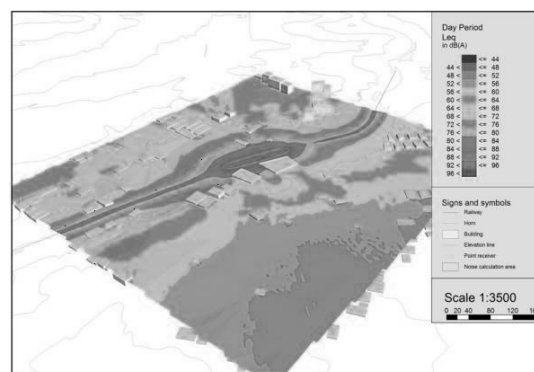


Рисунок 1 – ситуаційна шумова карта в денний час доби

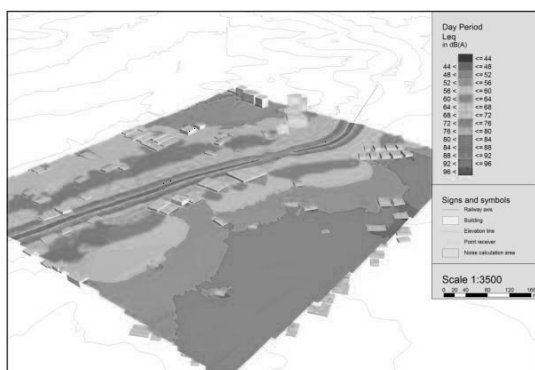


Рисунок 2 – ситуаційна шумова карта в нічний час доби

Програмний комплекс SoundPLAN дозволяє оптимізувати акустичний екран ще до його побудови, а також розрахувати його собівартість. За результатом побудови віртуального шумового екрану в районі автостанції міста Олександрія Кіровоградської області, було визначено, що оптимальною висотою шумозахисного екрану є висота в 2 метри. Результати було отримано шляхом розрахунків і показано на побудованій карті.



Рисунок 3 – ситуаційна шумова карта автомобільної дороги без шумового екрану і з застосуванням віртуального шумового екрану

Програмний комплекс SoundPLAN дозволяє будувати карти поширення мінеральних речовин, які створює автомобільний транспорт. У тестовому режимі було використано модуль

MISKAM для аналізу забруднення атмосфери. Було модульовано розсіювання викидів від доріг і промислових джерел для планування заходів по очищенню повітря.

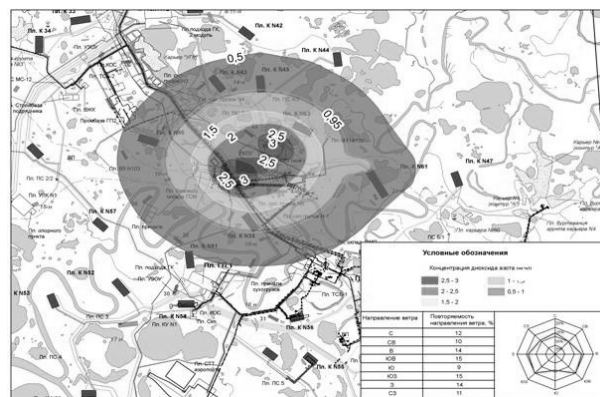


Рисунок 4 – карта забруднення діоксидом азоту на прикладі точкового забруднювача, за який прийнято автовокзал міста Олександрія.

Висновки. Проведені дослідження дозволили сформулювати методику отримання величин, що характеризують транспортний потік. Отримані результати стали основою для побудови шумових карт окремого району міста Олександрія. Методика полягає в поєднанні процедури вимірювання рівня шуму, створеного транспортним потоком, і оцінки кількості одиниць різних автомобілів, що використовується для моделювання - побудови карти шуму. Показано, що для оцінки еквівалентного рівня шуму необхідно проводити вимірювання протягом 10 хв. Визначено найкращий час доби для проведення вимірювань. З використанням даної методики були побудовані шумові карти в районі автовокзалу міста Олександрія. Контрольні вимірювання показали достатній збіг з рівнями шуму, отриманими шляхом моделювання. Встановлено, що програмний комплект SoundPLAN на достатньому рівні візуалізації може будувати шумові карти місцевості. З'ясовано, що за допомогою модуля MISKAM можна розраховувати на карті місцевості кількість мінеральних речовин, які створює автомобільний транспорт, як твердих, так і газоподібних.

ЛІТЕРАТУРА

1. SoundPLAN Software: сайт. URL: <https://www.soundplan.eu/deutsch/produkte/soundplan-software/> (дата звернення: 24.09.2019).
2. Поліщук Д. В. Розробка засобів і способів підвищення рівня екологічної безпеки при дії шкідливих фізичних полів техногенного походження.: Дис. канд.. техн.. наук. 504.05. – Львів., 2005. – 152 с.
3. Решение Европейского парламента и Совета № 1600/2002/ЕС от 22.07.2002 относительно Шестой программы действий сотрудничества в сфере ОС//Official Journal - L. 242 от 10.9.2002, р. 1.
4. Директива Европейского Парламента и Совета №2002/49/ЕС об оценке влияния шума на окружающую среду от 25 июня 2002 г.// Official Journal - L.189 – 18.07.2002.– р. 1-4.
5. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо захисту населення від впливу шуму» № 1745-IV от 03 июня 2004г. // ВВР 03.09.2004 №36 ст.434.

APPLICATION OF SOUNDPLAN SOFTWARE FOR MODELING OF ACOUSTIC ENVIRONMENT AND DISTRIBUTION OF MINERALS CREATED BY ROAD TRANSPORT.

*D. Polishchuk, Cand.Sc. (Eng.), Chief Engineer TD "Mashzavod",
vul. Geroyv Ukrainy, 94, Svetlovodsk, 27500, Ukraine. E-mail: mash-zavod@i.ua*

*L. Sheludchenko, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof
State Agrarian and Engineering University in Podilya
vul. Shevchenka, 13, м. Kamianets-Podilskyi, 32316, Ukraine.
E-mail: selucenkoles@gmail.com*

The problem of noise and pollution from road transport is extremely urgent. With the development of digital technologies, it has become possible to build situational noise maps and maps of mineral pollution from road transport. Due to the construction of noise maps, it is possible to plan the construction of both roads and houses, taking into account the noise pollution of the territory. The paper shows, on the example of a separate territory, the possibility of constructing a noise map of the terrain with the help of the SoundPLAN software complex. It is found that the application can simulate and calculate noise screens with the necessary characteristics. It is determined that with the help of MISKAM module it is possible to calculate on the map of the terrain the amount of mineral substances created by road transport, both solid and gaseous.

Key words: Road transport, noise, minerals, noise shield, SoundPLAN program.

REFERENCES

1. SoundPLAN Software: web. URL: <https://www.soundplan.eu/deutsch/produkte/soundplan-software/> (дата звернення: 24.09.2019).
2. Polishchuk D.V., "Development of means and methods of increasing the level of ecological safety under the influence of harmful physical fields of anthropogenic origin", Thesis PhD 504.05. - Lviv., 2005. – 152p. Ukraine.
3. Reshenie Evropejskogo parlamenta i Soveta № 1600/2002/ES ot 22.07.2002 otноситel'no SHestoj programmy dejstvij sotrudnichestva v sfere OS// Official Journal - L. 242 ot 10.9.2002, p.1.
4. Direktiva Evropejskogo Parlamenta i Soveta №2002/49/ES ob ocenke vliyaniya shuma na okruzhayushchuyu sredu ot 25 iyunya 2002 g.// Official Journal -L.189–8.07.2002.– р. 1-4.
5. Zakon Ukraїni «Pro vnesennya zmin do deyakih zakonodavchih aktiv Ukraїni shchodo zahistu naseleण्या vid vplivu shumu» № 1745-IV ot 03 iyunya 2004g. // VVR 03.09.2004 №36? p.434.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОМПОСТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ДОБАВКИ «БАЙКАЛ ЕМ»

В. І. Соколова, асп., О.А. Сагдєєва, к.т.н., ст.викл., Г.В. Крусір, д.т.н., проф.

Одеська національна академія харчових технологій

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна. E-mail: valeria.by.valeria@gmail.com

Дослідження процесу компостування є досить актуальним. Виробництво харчових продуктів призводить до утворення відходів, які доцільно і безпечно утилізувати природним способом – компостуванням. Експериментальні дослідження проводили в мезофільному та термофільному режимах при постійній вологості та перемішуванні. Харчова суміш, що вивчалась, складається з очистків картоплі, моркви, кабачків та листя капусти в ваговому співвідношенні 1:1:1:1. До досліджуваної суміші додавали ґрунт - чорнозем південний малогумусний. Аналіз результатів свідчить про те, що зі збільшенням тривалості зброджування компостованої суміші індекс пророщування насіння редису збільшується.

У результаті досліджень виявили, що додавання мікробіологічної добавки «Байкал ЕМ» прискорює процес дозрівання компосту та покращує його ефективність. Такий компост не містить життєздатного насіння бур'янів і патогенної мікрофлори. На відміну від контролю для досліджуваних зразків спостерігається достатній рівень індексу пророщування і вони не є фітотоксичними.

Ключові слова: компостування, мікробіологічна добавка, фітотоксичність, деструкція, харчові відходи.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

Щоденно людуство зіштовхується з проблемою переробки відходів, значну частину яких складають саме харчові відходи. Щоденно один середньостатистичний українець виробляє приблизно 1 - 1,5 кг відходів, де близько 40-70% складають харчові відходи або їх пакування.

Одним із простих та безпечних методів утилізації харчових відходів є компостування. Цей процес в природних умовах є досить довготривалим, а його прискорення є доволі енергомістким та призводить до економічних витрат та додаткових впливів на навколишнє середовище. Такі впливи не є бажаними для довкілля, тому необхідно шукати нові способи прискорення процесу компостування та його поліпшення.

Одним із таких методів є додавання мікробіологічних добавок та підтримка температурного режиму [1].

МЕТА РОБОТИ. Дослідити процес компостування харчових відходів в мезофільному та термофільному температурних режимах з додаванням мікробіологічної добавки «Байкал ЕМ».

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для дослідження було

обрано суміш харчових відходів у такому складі:

- очистки картоплі;
- очистки моркви;
- очистки кабачків
- листя капусти;

Вагове співвідношення компонентів суміші 1:1:1:1. Додатково додавали ґрунт - чорнозем південний малогумусний та мікробіологічну добавку - препарат «Байкал ЕМ», що містить в складі понад 60 штамів мікроорганізмів.

Попередньо суміш подрібнили до розмірів 10-15 мм та просушили на повітрі протягом 2 годин. Процес зброджування здійснювався протягом 40 днів в мезофільному температурному режимі при 18-20 °С та в термофільному режимі при температурі 50-60 °С. Під час дослідження реактори було ізольовано від впливів навколишнього середовища. Постійно підтримувалась вологість 72% і здійснювалось перемішування суміші.

Кожного тижня проводили відбір наважки масою біля 5 г для визначення параметрів процесу компостування за такими показниками:

- зміна температури;
- рН;
- чисельність мікроорганізмів у суміші;

- емісія CO₂ із реактору.

Зрілість компосту визначали за індексом пророщування та співвідношенням вмісту загального Карбону і Нітрогену в суміші, яка компостувалась.

У літературних джерелах [1] оптимальним значенням співвідношення вмісту загального Карбону і Нітрогену (C/N) прийнято 25, значення вище означають, що суміш не має достатнього ступеню зрілості та вважається фітотоксичною.

Температуру суміші, що компостується визначали за допомогою спиртового термометру, кінець якого було занурено у досліджувану суміш.

Кожного тижня проводили відбір газової суміші об'ємом 50 см³ за допомогою одноразових пластикових шприців. Шприц приєднували до трубки для відводу газів із реакторів. Відбір газової суміші проводили через 5 хвилин після струшування реактора. Для визначення кількості вуглекислого газу у відібраній пробі використовували газовий хроматограф «Хроматек Кристал 5000.2» [2].

Вологість сировини, загальний Карбон та загальний Нітроген визначали шляхом висушування проб суміші до постійної маси. Висушені зразки суміші, що компостується, подрібнювали у фарфоровій ступці та просіювали через сито з розміром отворів 0,25мм.

Визначення загального Карбону проводили за методикою Тюріна, а загальний Нітроген визначали за методом Кальєдаля. Проби суміші масою 5 г розмістили в колби об'ємом 250 см³, додали 50 см³ дистильованої води та струшували на протязі 1 години. Фільтрували за допомогою складчастого фільтру для визначення рН, мезо- та термофільних мікроорганізмів та коефіцієнтів пророщування [3].

Значення рН водної витяжки суміші визначали, використовуючи лабораторний рН-метр «Testo 206-pH3».

Визначення чисельності мікроорганізмів проводили за методом

Коха [4], а саме шляхом посіву на тверде поживне середовище в чашки Петрі.

Активність мікроорганізмів можна оцінити за інтенсивністю споживання кисню та виділення вуглекислого газу.

Методом посіву на щільне середовище, а саме м'ясо-пептонний агар визначали кількість бактерій при вирощуванні співтовариств мікроорганізмів, а також динаміку процесу компостування. Підрахунок чисельності мікроорганізмів проводилось через добу.

Кількість міксоміцетів отримали через 7 діб після посіву на щільне середовище Чапека (гл-1). Це середовище використовується для виділення, визначення та культивування сапрофітних видів дріжджових і цвілевих грибів.

Методом граничних розведень отримали кількість целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які вирощували на протязі 10 діб на середовищі Гетчинсона [5].

Основні параметри за якими проводилось дослідження та показники суміші, яка компостується, а також їх значення представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 Порівняльна таблиця основних показників суміші, яка компостується

Показники	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3 (контроль)
Температура, °C	19	55	19
Вологість, %	72	72	72
Тривалість, діб	40	40	40
C/N	24,4	23,4	30,6
рН (початкова), од. рН	6,4	6,4	6,4
рН (кінцева), од. рН	6,8	7,6	7,1
Маса вихідного компосту (з 1 кг суміші), г	150	120	176

За результатами досліджень виявлено, що зразок 1 та 2 проявляють

високий рівень зрілості компосту. Контрольний зразок, в якому замість мікробіологічної добавки використовували дистильовану воду, виявився не зрілим та фітотоксичним.

Вивчення індексу пророщування насіння овочевих культур на компостах, одержаних у зразках 1 і 2 проведено шляхом визначення кількості пророщеного насіння редису посівного (*Raphanussativus*) і довжини проростків у водних витяжках із компосту порівняно з контролем (зразок 3).

Отримані результати дослідження свідчать про те, що індекс пророщування насіння редису поступово збільшується зі збільшенням тривалості зброджування. В результаті пророщування насіння редису, компост у зразку 3 вважається фітотоксичним, індекс пророщування складає менше 80%. Зразки 1 та 2 мають індекс пророщування більше 80% і є зрілими.

Зразок 3 виявився фітотоксичним та містив життєздатне насіння бур'янів і патогенної мікрофлори.

Найвища активність мікроорганізмів спостерігалась у зразку 2 в термофільних умовах при додаванні мікробіологічного препарату «Байкал ЕМ». Але, у зразку 1, що знаходився в мезофільних умовах, також зафіксовано підвищену активність колоній.

В зразках 1 та 2 при додаванні мікробіологічної добавки спостерігалась активність мікроорганізмів в період з 12-ї по 20-у добу. Це дозволяє зробити висновок, що препарат «Байкал ЕМ» стимулює активність мікроорганізмів в порівнянні з контрольним зразком.

У зразку 1 спостерігалось прискорене зростання мезофільної мікрофлори. Це пов'язано з тим, що зброджування відбувалось у мезофільному режимі при температурі 19°C.

На відмінну від зразка 1, у зразку 2, що зброджувався в термофільному режимі, термофіли набули значно більшої чисельності завдяки більш придатним умовам, а саме температурі 55 °C та високій вологості.

Порівняно з 1 та 2 зразком, контроль, який не містив мікробіологічної добавки «Байкал ЕМ», характеризувався вдвічі меншою чисельністю мезо- та термофільних мікроорганізмів.

На початку дослідження рН сировини відповідало значенню, яке є близьким до нейтрального (6,4). В реакторах, що знаходились в мезофільному режимі і з додаванням мікробіологічної добавки, на початку дослідження спостерігалось відхилення рН в бік слабокислих (зразок 1) одиниць рН. У зразку 2, що досліджувався в термофільному режимі, рН середовища набував слаболужних значень.

У контрольному зразку, значення рН були наближені до слабокислих, але швидкість зміни була повільнішою, ніж у зразку 2.

Кінцеві значення рН у 1, 2 та 3 зразках приблизно однакові – від 6,8 до 7,1 од. рН.

ВИСНОВКИ. Отже, аналізуючи властивості отриманого компосту, можна зробити висновок, що внесення мікробіологічної добавки препарату «Байкал ЕМ» є доцільним при зброджуванні у мезофільному та термофільному режимах. Мікроорганізми активно беруть участь у деструкції харчових відходів та прискорюють природний процес компостування.

Значення рН у всіх зразках приблизно однакова.

Суміш, яку компостували, у зразках 1 та 2 можна використовувати як добриво. Компост є зрілим та не містить насіння шкідливих бур'янів та патогенних організмів.

Швидкість дозрівання компосту залежить від температури. Зразок 2, який досліджувався в термофільному режимі, показав високу чисельність термофілів, що обумовлено більш комфортними умовами життєдіяльності мікроорганізмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сагдєєва О.А., Крусір Г.В., Цикало А.Л. Дослідження процесів компостування харчової складової твердих побутових відходів.

- Техногенно-екологічна безпека. 2018. № 4(2). С. 13–23. DOI: 10.5281/zenodo.1244572
- Manios T. The composting potential of different organic solid wastes: experience from the island of Crete] / T. Manios // *Environment International*. – 2004. – №29. – P. 1079–1089.
 - Harrison B.I. Seed deterioration in relation to storage conditions and its influence upon seed germination, chromosomal damage and plant performance // *J. nat. Inst. Agric. Bot.* – 1966. – № 10. – С. 644–633.
 - Blair G., Lefroy R., Whitbread A., Blair N., Conteh A. The development of the KMnO₄ oxidation technique to determine labile carbon in soil and its use in a carbon management // *Assessment methods for soil carbon*. Lewis publishers, Boca Raton. – 2001. – № 1. – С. 323–337.
 - Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2005. – 608 с.
 - Теппер Е.З., Шильникова В.К. Практикум по микробиологии. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Дрофа, 2004. – 275 с.

RESEARCH OF THE COMPOSTING PROCESSING OF FOOD MIXTURE WITH THE USE OF MICROBIOLOGICAL SUPPLEMENT "BAIKAL EM"

V. Sokolova, O. Sagdeeva, G. Krussir

Odessa National Academy of Food Technologies

Kanatna st., 112, Odessa, 65039, Ukraine. Email: valeria.by.valeria@gmail.com

The study of the composting process is quite relevant. Food production leads to the formation of wastes that are expedient and safe to dispose of in a natural way - by composting. Experimental studies were performed in mesophilic and thermophilic regimes with constant humidity and stirring. The food mixture studied consists of purification of potatoes, carrots, zucchini and cabbage leaves in a 1: 1: 1: 1 weight ratio, soil was added to the mixture as well - black soil southern humus. the index of germination of radish seeds is increasing.

Studies have found that adding the microbiological additive Baikal EM accelerates the maturing process of compost and improves its efficiency. Such compost does not contain viable weed seeds and pathogenic microflora. Unlike the controls, there is a sufficient level of germination index in the test specimens and they are not phytotoxic.

Key words: composting, microbiological additive, phytotoxicity, destruction, food waste.

REFERENCES

- Sagdeeva O.A., Krusir H.V., Tsykalo A.L. *Doslidzhennya protsesiv kompostuvannya kharchovoyi skladovoyi tverdykh pobutovykh vidkhodiv*. [Investigation of composting processes of food component of solid household waste] *Tekhnogenno-ekologichna bezpeka*. 2018. № 4(2). S. 13–23. DOI: 10.5281/zenodo.1244572 (in Ukrainian)
- Manios T. The composting potential of different organic solid wastes: experience from the island of Crete] / T. Manios // *Environment International*. – 2004. – №29. – P. 1079–1089.
- Harrison B.I. Seed deterioration in relation to storage conditions and its influence upon seed germination, chromosomal damage and plant performance // *J. nat. Inst. Agric. Bot.* – 1966. – № 10. – С. 644–633.
- Blair G., Lefroy R., Whitbread A., Blair N., Conteh A. The development of the KMnO₄ oxidation technique to determine labile carbon in soil and its use in a carbon management // *Assessment methods for soil carbon*. Lewis publishers, Boca Raton. – 2001. – № 1. – С. 323–337.
- Netrusov A.I. *Praktikum po mikrobiologii: uchebnoye posobiye dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy* [Workshop on Microbiology: a textbook for students of higher educational institutions], M.: Akademiya, 2005. – 608 s. (in Russian)
- Tepper Ye.Z., Shil'nikova V.K. *Praktikum po mikrobiologii. Uchebnoye posobiye dlya VUZov* [Workshop on microbiology. Textbook for high schools] – M.: Drofa, 2004. – 275 с. (in Russian)

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДИСТАНЦІЙНО-ПІЛОТОВАНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

В.М.Триснюк, д.т.н.,с.н.с.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
вул.Чоколівський бульвар,13, м.Київ, Україна. E-mail: trysnyuk@ukr.net

Застосування космічних знімків високої роздільної здатності та сучасних програмних засобів обробки, використання мобільних екологічних комплексів дозволяють отримати інформацію про навколишнє середовище, створити базу даних цифрових тематичних карт і статистичних даних різного рівня. Це дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки навколишнього середовища і техногенних об'єктів. На основі вдосконаленого науково-методичного апарату використання ДПЛА в системі екологічного моніторингу розроблено нові підходи комплексного спостереження навколишнього середовища заданої території та можна будувати екологічні карти техногенного характеру. На основі застосування несучої апаратури на борту ДПЛА, реалізувати пропозиції щодо якісної оцінки та контролю параметрів навколишнього середовища при вирішенні завдань екологічного моніторингу.

Ключові слова: екологічний моніторинг, система управління польотом, дистанційно-пілотований літальний апарат, бортове обладнання, методика.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Одним з перспективних методів проведення екологічного моніторингу є дистанційний, що базується на основі комплексного використання космічних, повітряних та рухомих наземних комплексів систем спостереження. Беручи до уваги постійну зміну навколишнього середовища під впливом антропогенного впливу, промислових об'єктів, а також параметрів атмосфери Землі, виникає необхідність достовірного виконання завдань екологічного прогнозування та екологічної безпеки на основі застосування екологічного моніторингу. Тому розширення можливостей екологічного моніторингу можливо здійснити з використанням рухомих екологічних комплексів, дистанційно пілотованих літальних апаратів і космічних систем спостереження при використанні дистанційних методів контролю параметрів навколишнього середовища, а також за рахунок удосконалення науково-методичного апарату оцінки стану зон екологічного ризику.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. На об'єктах промислової та хімічної галузі протікають швидкодіючі небезпечні технологічні процеси, які при аваріях або викидах

супроводжуються різким впливом на довкілля, що може привести до тяжких наслідків до змін навколишнього середовища. Оптимальне керування має теоретичні, обчислювальні та прикладні аспекти. Так, реальна поведінка об'єкта або системи може відрізнитися від бажаної (програмної) за рахунок впливу зовнішніх факторів, неточності у початкових даних, неточності реалізації програмного управління тощо. Тому, для мінімізації відхилення поведінки об'єкта від оптимального зазвичай використовується система автоматичного керування. Для якісного та своєчасного проведення екологічного моніторингу за допомогою ДПЛА розглядається можливість застосувати комбінований підхід, який включає: на першому етапі виділення району спостереження та отримання його характерних особливостей, на другому – здійснити вибір бортового обладнання ДПЛА, яке дозволить просторово виявити та визначити з більш детальним визначенням розмірів зон ураження з урахуванням висотного профілю атмосферної зони, а на третьому – передача інформації з ДПЛА[1].

Синтез системи мобільного екологічного моніторингу з використанням аерокосмічних технологій передбачає створення таких її підсистем:

1. Підсистема збору та експрес-аналіз даних.

2. Підсистема первинної обробка і накопичення даних.

3. Підсистема комп'ютерного картографування.

4. Підсистема оцінки стану атмосфери.

5. Підсистема оцінки стану ґрунтового-рослинних покривів.

6. Підсистема оцінки стану водного середовища території.

7. Підсистема оцінки рівня екологічної безпеки і ризику для здоров'я населення території.

8. Підсистема ідентифікації причин порушення екологічного та санітарного стану.

9. Підсистема інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

Для розширення області допустимих технічних рішень ДПЛА можливо здійснювати за рахунок параметричної зміни бортового обладнання і формування спеціального підходу до управління безпілотним апаратом.

Основне завдання щодо доставки інформації про територію, що спостерігається зазвичай розділяється на ряд часткових завдань, кожна з яких вирішується різними підсистемами бортових систем ДПЛА, що мають спеціальні можливості. Тому розподіл сил і засобів бортових систем ДПЛА по різним завданням є основним змістом роботи ланки керування системами. Одним з основних завдань є визначення координат об'єктів спостереження, що раптово з'являються. При цьому положення цих об'єктів може характеризуватися відповідними статистичними характеристиками невизначеності[2].

В даному випадку ймовірність виконання завдання бортовими системами ДПЛА можна визначити за виразом

$$W_2 = \sum_{i=1}^m W_i P_{em}, \quad (1)$$

де W_i – ймовірність виконання завдання моніторингу бортовими системами ДПЛА

по здобуттю і обробці відповідної інформації.

Час проведення екологічного моніторингу ДПЛА і передачі даних можна визначити за виразом

$$T = T_c + T_{ob} + T_{np}, \quad (2)$$

де T_c – час зйомки бортовими системами ДПЛА;

T_{ob} – час первинної обробки інформації на борту;

T_{np} – час передачі даних з ДПЛА на НПУ.

При цьому, ймовірність виконання проведення екологічного моніторингу із застосуванням ДПЛА буде залежати від ймовірності виявлення (визначення) антропогенного впливу під час зйомки:

$$P_{em} = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{1}{\langle t_{os} \rangle} e^{-\frac{t}{\langle t_{os} \rangle}} \left[\Phi\left(\frac{t - m_T}{\sqrt{2D_T}}\right) + \Phi\left(\frac{m_T}{\sqrt{2D_T}}\right) \right] dt, \quad (3)$$

де $\Phi(\dots)$ – функція Крампа (інтеграл ймовірності);

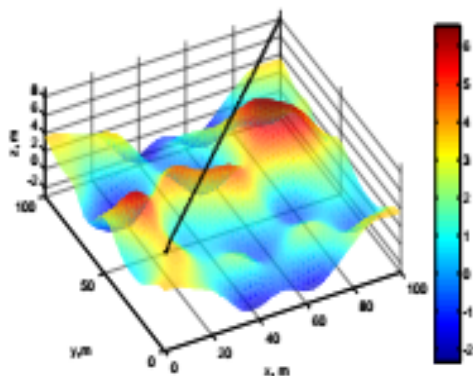
m_T – математичні очікування зйомки;

D_T – дисперсії випадкових величин зйомки;

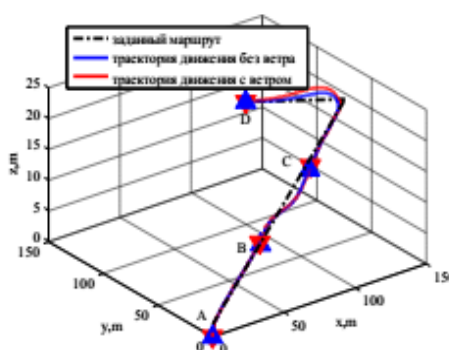
t_{os} – середній час поширення отруйливої речовини в середовищі.

Істотною особливістю процесів функціонування бортових систем ДПЛА є їх випадковість, що викликається не повною визначеністю умов, в яких ці процеси протікають, а також різними випадковими відхиленнями і помилками, що виникають при зборі інформації, виробленню дій, що управляють, і їх виконання[3]. Таким чином, результат функціонування бортових систем ДПЛА є стохастичним і з кількісного боку характеризується законами розподілу параметрів, що визначають цей результат.

В ході моделювання були отримані результати впливу бортових систем ДПЛА на ефективність рішення задачі проведення екологічного моніторингу. На рис. 1 представлені криві траєкторій польоту ДПЛА з різним навантаженням



а)



б)

Рисунок 1 – Модель траєкторії польоту по оптимальному маршруту руху ДПЛА в залежності від бортових засобів

Так на рис. 2 а) показано, що для ефективної зйомки ДПЛА виконує просторовий маневр типу «висхідна змійка» з набором висоти і поворотом вліво. Маневр завершується на висоті близько 25 м. При цьому напрям маневру (вверх- вниз, вліво – направо) визначається знаком первинного відхилення від маршруту руху. На рис. 2 б) показана траєкторія польоту ДПЛА при дискретно неперервній зміні команд управління в подовжньому і бічному каналах. В цьому випадку траєкторія польоту ДПЛА виходить менш викривленою і забезпечується набір більшої висоти (до 100 м) за рахунок зменшення інтенсивності ДПЛА за допомогою формування оптимальних конструктивних та експлуатаційних властивостей бортових систем для проведення екологічного моніторингу територій з урахуванням

просторового маневрування. При збільшенні кута керування відповідно, збільшується рівень похибок. Доступність урбаністичних ландшафтів для дистанційних спостережень різна і залежить насамперед від виду, якості, часу, масштабу зйомки, тобто від усіх параметрів. Більшість характеристик ландшафту – рельєф, рослинність, ґрунти, поверхневі води, явища антропогенної діяльності й техногенні об'єкти – добре відбиваються на аеро- та космічних знімках у різних спектральних діапазонах або на синтезованих зображеннях. Усі вони утворюють зовнішній вигляд ландшафту, його фізіономічні ознаки. Оперативний контроль за станом техногенних геоекосистем, управління природними ресурсами, дослідження динаміки протікання природних процесів і явищ, аналізу причин екологічних забруднень, прогнозування можливих наслідків і вибору способів попередження надзвичайних ситуацій є невід'ємним атрибутом методології збору інформації про стан території, що досліджується (країна, регіон, місто).

ВИСНОВКИ. В результаті проведених теоретичних та прикладних досліджень розв'язано важливе наукове завдання, яке полягає в удосконаленні системи екологічного моніторингу з використанням аерокосмічних технологій за рахунок розробки нових моделей та методів. Розв'язання поставленого наукового завдання дозволяє підвищити достовірність та своєчасність проведення екологічного моніторингу для визначення зон екологічного ризику на основі використання мобільних комплексів та оцінки екологічного стану регіону. Запропоновано науково-методичний підхід до управління польотом.

ЛІТЕРАТУРА

1.Триснюк В.М. Розробка системи оперативного моніторингу територій з використанням ДПЛА / В.М. Триснюк, К.В. Сметанін // Матеріали II Міжнародної

науково-практичної інтернет-конференції «Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку», (м. Бердянськ, 25-26 квітня 2018 р.). – м. Бердянськ: БДПУ, 2018. – С. 187-189.

1. Машков О.А. Анализ радиолинии связи с беспилотными летательным аппаратами при экологическом мониторинге / О.А. Машков, В.Р. Косенко, К.В. Сметанин // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні системи

прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту», (с. Залізний порт, 21-27 травня 2018 р.). – Херсон: Видавництво ФОП Вишемірський В.С., 2018. – С. 77-83.

2. Триснюк В.М. Геомоделі в завданнях еколого-економічних оцінок земель / С.О.Довгий, Г.Я.Красовський, В. М. Триснюк. – Київ-Харків. 2018. -256с.

STUDY OF THE CHARACTERISTICS THREE-PHASE ACTIVE POWER FILTER WITH ADAPTIVE REGULATOR AT COMPENSATION INACTIVE POWER COMPONENTS

V. Trysnyuk

Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine

13 Chokolyvsky Boulevard, Kyiv, Ukraine. Email: trysnyuk@ukr.net

During the course of the dissertation research, new scientific results were obtained that consist in the following: the method of conducting environmental monitoring with the use of the UAV for the integrated assessment of technogenic pollution of the environment was further developed; scientific and methodical approach to flight control of UAVs with the help of the formation of optimal structural and parametric properties of on-board systems for environmental monitoring of territories, taking into account the assessment of the nature of the impact on the state of the environment; for the first time an analytical model of the optimal structural and parametric change in the properties of the UAV (depending on the choice of a given criterion) was proposed for controlling the flight taking into account the characterization of the human impact on the state of the environment.

Key words: environmental monitoring, flight control system, remote piloted aircraft, on-board equipment, methodology.

REFERENCES

1. 1. Trysnyuk VM Development of the system of operational monitoring of territories with the use of UAV / VM. Trysnyuk, KV Smetanin // Proceedings of the Second International Scientific and Practical Internet Conference "The Millennium Science: Quests, Problems, Prospects for Development" (Berdyansk, April 25-26, 2018). - Berdyansk: BSPU, 2018. - P. 187-189.

1. Mashkov OA Analysis of radio communication lines with unmanned aerial vehicles during environmental monitoring /

OA. Mashkov, VR Kosenko, KV Smetanin // Proceedings of the International Scientific Conference "Intelligent Decision-Making Systems and Problems of Computational Intelligence", (Iron Port, May 21-27, 2018). - Kherson: Publishing House FOP Vyshemersky VS, 2018. - P. 77-83.

2. Trysnyuk VM Geomodels in the tasks of ecological and economic land assessments / SO Dovgyy, GY Krasovsky, VM Trysnyuk. - Kiev-Kharkiv. 2018 -256s. EN 50160 (2007), Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution/. (in Poland)

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Л.С. Шелудченко, к.т.н., доц., Замойський С.М. к.т.н., доц

Подільський державний аграрно-технічний університет

вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна. E-mail:
seludcenkolesa@gmail.com

Антропогенна діяльність є потенційно небезпечною. Це означає, що будь-яке місце перебування людини в сучасному технологічно розвинутому світі є таким, що несе в собі загрозу. Явища, процеси, об'єкти, які за відповідних умов та факторів можуть призвести до погіршення якості об'єктів навколишнього середовища та невідповідності умов існування для життя прийнято вважати як небезпеку. Важливою мірою ймовірності прояву небезпеки є поняття ризику, аналіз якого починається з виявлення всіх небезпек, зокрема: вивчення найбільш небезпечних загроз та таких, що можуть бути небезпечними; встановлення та вивчення обставин, які сприяють виникненню небезпек; прогнозування розвитку подій та розрахунок шкоди, заподіяної в результаті їх прояву. Прикладом такого впливу на природні екосистеми є автотранспортний комплекс, функціонування якого призводить до відчуження та забруднення значних площ придорожніх територій, розчленування природних ландшафтів, подальшої дестабілізації екосистем та, як наслідок, до незворотної трансформації природно-територіальних комплексів вцілому. Даний вид впливу носить акумулятивний характер, тобто призводить до накопичення забруднюючих речовин в об'єктах навколишнього середовища, спричиняючи при цьому суттєвий вплив на здоров'я людей в тому числі, що в свою чергу зменшує рівень екологічної безпеки трансформованої придорожньої території. Саме тому дана робота присвячена питанню управління екологічною безпекою функціонування автомобільної мережі та є актуальним та своєчасним питанням, яке потребує вирішення.

Ключові слова: безпека, небезпека, автодорожня мережа, ризик, управління екологічною безпекою.

Вступ. У Монреальській декларації «Право людини на безпеку» (Монреаль, Канада, 15 травня 2002 р) термін «безпека» саме для людини визначається як стан, в якому небезпека і умови, які ведуть до фізичного, психологічного або матеріального збитку, контролюються для того, щоб зберегти здоров'я і добробут індивідів та суспільства. Метою даної декларації є встановлення постійного контролю та розроблення механізмів щодо моніторингу небезпек на безперервній основі. Однак слід зауважити, що безпека є результатом комплексного (системного) процесу, а саме взаємодії людини з довкіллям, враховуючи соціальне, культурне, технічне, політичне та економічне середовища.

Поняття безпеки є відносним, адже воно завжди свідчить про певну ймовірність, яка залежить від особливостей досліджуваної системи, її структури, внутрішніх зв'язків між її компонентами та з навколишнім середо-

вищем. Нами було проаналізовано ряд визначень, щодо поняття безпеки:

- відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з можливістю завдання будь-якої шкоди для життя та майна громадян, а також для навколишнього природного середовища;
- відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з травмуванням або загибеллю людей, заподіяння шкоди навколишнього середовища;
- властивість об'єкта забезпечувати відсутність ризику завдання шкоди здоров'ю людей, майну та навколишньому середовищу;
- стан, при якому ризик шкоди чи ушкодження обмежений до прийняттого рівня;
- комплекс заходів, а також людські та матеріальні ресурси, які призначені для захисту.

Таким чином, одним із основних критеріїв забезпечення безпеки є відсутність небезпеки.

Важливою складовою безпеки є стан захищеності особистості і суспільства від загроз, які створюються як природними ситуаціями так і техногенними катастрофами. Визначення оцінки якості об'єктів навколишнього середовища і як наслідок відповідності природних систем становлять значні труднощі. Вважається, що сприятливим є такий стан природних систем, який був до господарського втручання в екосистеми. Мабуть, більш вірною тенденцією є «вписування» антропогенної діяльності в природні цикли. Відповідно до Н.Ф. Реймерса якість життя досягає максимуму при співпадінні життєвих стереотипів і можливостей їх реалізації.

Таким чином, екологічну кризу, яка зависла над людством, можна подолати лише тоді, коли буде реалізовано комплекс заходів із екологічної безпеки.

Екологічна безпека – це такий стан системи «природа-техніка-людина», який забезпечує збалансовану взаємодію природних, технічних і соціальних систем, формування культурного природного середовища, яке відповідає санітарно-гігієнічним, етичним і матеріальним потребам мешканців кожного конкретного регіону планети при збереженні природно-ресурсного потенціалу природних систем і здатності біосфери до саморегулювання та самовідновлення.

Мета роботи. Аналіз впливу автотранспортних потоків на екологічну рівновагу природно-техногенної геоекосистеми, який функціонально залежить від інтенсивності та щільності автотранспортних потоків з подальшою оцінкою ризиків.

Матеріал і результати досліджень. З точки зору аналізу інтенсивності впливу автотранспортних потоків на екологічну рівновагу природно-техногенної геоекосистеми, за умови наявності в цій системі деякої мережі автомобільних доріг, є структура, склад та обсяги газопилових викидів, які продукуються автотранспортними засобами цих потоків і функціонально залежать від інтенсивності та щільності автотранспортного потоку.

Забезпечення фіксованих рівнів екологічної безпеки (рис.1) природно-техногенних геоекосистем з розвиненою автотранспортною інфраструктурою, в першу чергу, передбачає розроблення оптимального за ландшафтно-екологічними ознаками робочого проекту автодорожньої мережі. Загалом, основну мету ландшафтно-екологічного проектування автодорожньої мережі можна сформулювати як перспективну оцінку у часі динаміки техногенної трансформації ландшафту під впливом будівництва (реконструкції) автотранспортної інфраструктури.

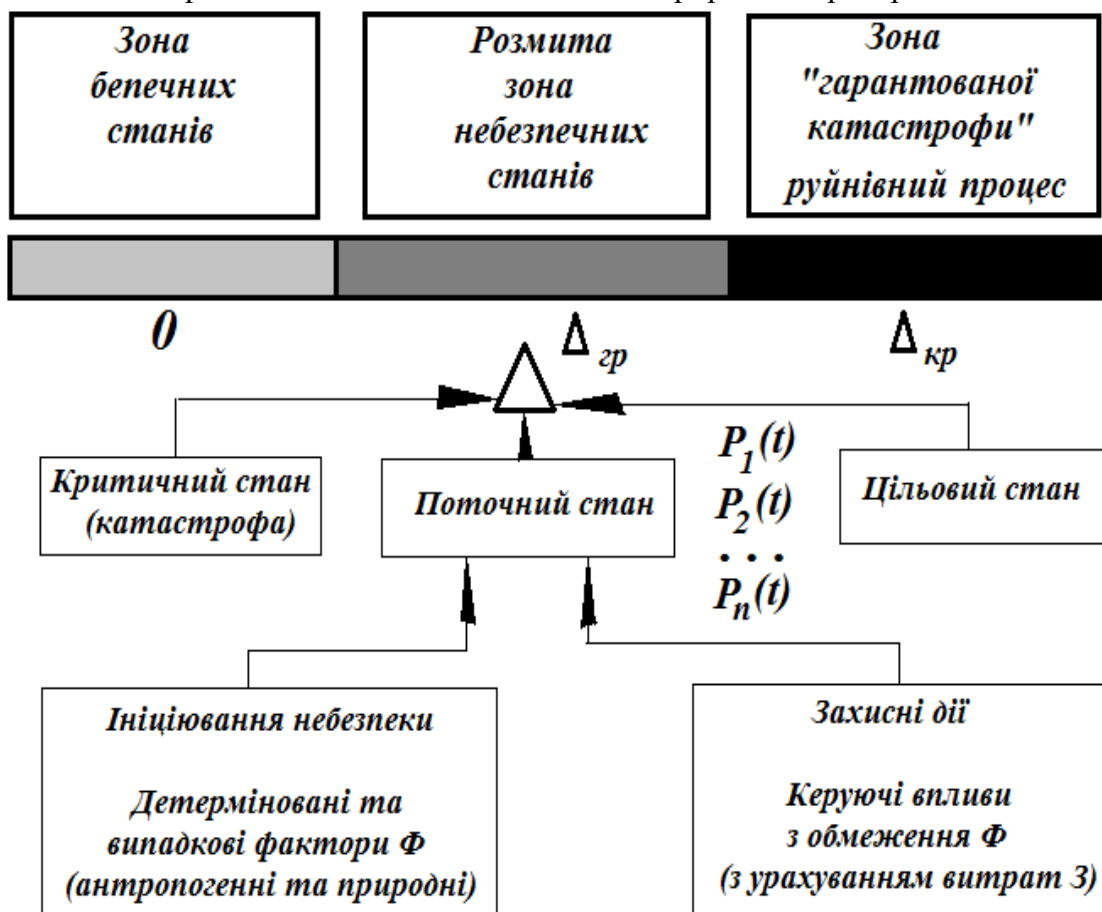
Для визначення показника екологічного ризику доцільним є визначення математичного очікування у вигляді деякої скалярної величини:

$$R = P \cdot X \quad (1)$$

Аналіз ризиків техногенного впливу автотранспортного комплексу на природно-техногенну геоекосистему починається з оцінювання джерел небезпеки (автодорожня мережа, автотранспортні потоки, об'єкти інфраструктури автотранспортного комплексу) та вимірювання цієї небезпеки з рівнем ефективних впливів на природно-територіальний комплекс [1]. Прийнятний техногенний (транспортно-експлуатаційний) ризик має не перевищувати рівнів ризиків від об'єктивних чинників, які визначають екстремальний перебіг природних процесів (зливи, повені та паводки, зсуви або обвали ґрунту, снігові лавини, буревії тощо) [2].

Оцінювання ризиків джерел небезпеки автотранспортного комплексу має також містити сукупність методів аналізу транспортно-експлуатаційної надійності його окремих об'єктів. На підставі аналізу всіх статистичних рядів розраховують кінцеву ймовірність можливості виникнення ризиків втрати транспортно-експлуатаційної якості функціонування автотранспортної системи, що призводить до погіршення

встановленого рівня екологічної безпеки природно-територіального комплексу.



$\Delta = P_i(t) - P^ц$ – відхилення актуального параметру від цільового екологічно безпечного показника

$\Delta_{гр}$ – гранично допустиме відхилення

$\Delta_{кр}$ – критичне відхилення

$P_{оп}$ = оптимізація [небезпека (Φ), корисність (Z)] – прийнятна ймовірність

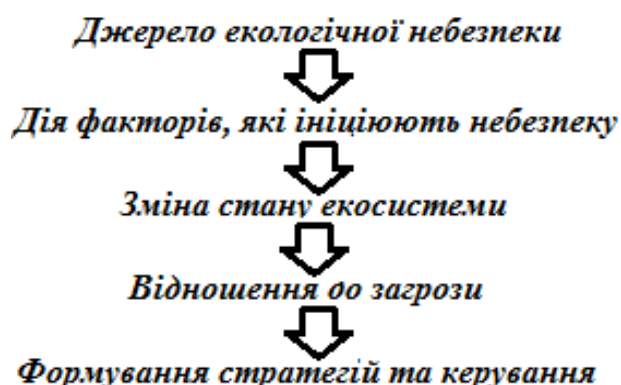


Рис.1. Цикл забезпечення екологічної безпеки

Формування раціональної структури автотранспортних засобів з визначеним рівнем екологічної безпеки за

неперевищеним фіксованим обсягом валових викидів автотранспортними потоками передбачає зокрема оптимізацію

цільової функції. Її суть полягає у прив'язанні не до структури та складу парку автотранспортних засобів, а до конкретної території природно-територіального комплексу з її мікрокліматом

Цільова функція в цьому випадку матиме вигляд [3]:

$$f_{c \leq [\Gamma ДК]} = \frac{S_{c \leq [\Gamma ДК]}}{S} \rightarrow 100\% \quad (2)$$

S – загальна площа природно-територіального комплексу, км²;

S_c – площа території природно-територіального комплексу де концентрація j -ї шкідливої речовини, яка продукується автотранспортним потоком, в приземних шарах атмосферного повітря не перевищують значення $[\Gamma ДК_{сд}]$.

Висновок. Таким чином, автотранспортний комплекс природно-

техногенної геоекосистеми сформовано з заданим рівнем екологічної безпеки природно-територіального комплексу, якщо в приземних шарах атмосферного повітря над всією контрольованою територією концентрації окремих компонентів викидів, які продукуються автотранспортними потоками не перевищують середньодобових значень їх ГДК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Славін В.В., Томаш В.В. Зниження шкідливого впливу автомобілів на оточуюче середовище. Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського.
2. Инженерная экология / под ред. проф. Медведева В.Т. Москва: Гардарики, 2002. 687 с.
3. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. промышленно-транспортная экология. Москва: Высшая школа, 2001. 273 с.

ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE ROAD NETWORK

*L. Sheludchenko, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof, S. Zamojskiy, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof State Agrarian and Engineering University in Podillia
St. Shevchenka, 13, Kamianets-Podilskyi, 32300, Ukraine*

Anthropogenic activity is potentially dangerous. This means that any human being in the modern technologically advanced world is a threat. Phenomena, processes, objects that, under the right conditions and factors, can lead to a deterioration of the quality of the environmental objects and a mismatch of living conditions are considered to be a danger. An important measure of the likelihood of a hazard is the concept of risk, the analysis of which begins with the identification of all hazards, in particular: the study of the most dangerous threats and those that can be dangerous; identifying and examining circumstances that contribute to the occurrence of hazards; forecasting the development of events and calculating the damage caused by their manifestation. An example of such impact on natural ecosystems is the motor transport complex, whose operation leads to the alienation and contamination of large areas of roadside territories, the dismemberment of natural landscapes, the further destabilization of ecosystems and, as a consequence, the irreversible transformation of natural-territorial complexes as a whole. This type of impact is accumulative, that is, it leads to the accumulation of pollutants in environmental objects, while having a significant impact on human health, which in turn reduces the level of environmental safety of the transformed roadside territory. That is why this paper deals with the issue of managing the environmental safety of the operation of the automobile network and is a topical and timely issue that needs to be addressed.

Key words: *safety, danger, road network, risk, ecological safety management.*

REFERENCES

1. Slavin V.V., Tomash V.V. Reducing the harmful effects of cars on the environment. Scientific notes of TNU them. V.I. Vernadsky.
2. Engineering Ecology / Ed. prof. Medvedeva V.T. Moscow: Gardariki, 2002. 687 p.
3. Lukanin VN, Trofimenko Yu.V. industrial and transport ecology. Moscow: Higher School, 2001. 273 p.

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИКИДІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ, ЩО МІСТЯТЬ ОКСИД ВУГЛЕЦЮ ТА ВУГЛЕВОДНІ

К.В. Белоконь, к.т.н., доц.

Запорізький національний університет

вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69600, Україна. E-mail: kv.belokon@gmail.com

В роботі розглядається оцінка ризику для здоров'я населення від впливу викидів підприємств з виробництва вуглецевої продукції. В результаті дослідження було встановлено, що робота цих підприємств відноситься до середнього ступеня ризику і існує вірогідність формування захворювань органів дихання, кровоносної системи, органів зору, серцево-судинної системи, центральної нервової системи, вроджених дефектів розвитку у чутливих підгруп населення (людей похилого віку, вагітних і дітей) при гострому інгаляційному впливі.

Ключові слова: газові викиди, оксид вуглецю, вуглеводні, забруднення, атмосферне повітря, екологічна безпека, ризик для здоров'я населення

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Протягом останніх років в Україні спостерігається тенденція щорічного підвищення шкідливих викидів промислових підприємств у середньому на 3-7%. Спостереження свідчать про щорічне надходження до атмосфери близько 10 млн. тонн шкідливих хімічних речовин, що на 70% обумовлено внеском стаціонарних джерел викидів. Особливої актуальності ця проблема набуває у регіонах зі значною концентрацією промислових підприємств, що неодмінно підкреслює актуальність вирішення питань охорони здоров'я населення, яке мешкає на техногенно-навантажених територіях України [1,2].

Запорізька область – є однією з навантажених областей по промислового потенціалу, який обумовлений наявністю і концентрацією підприємств чорної і кольорової металургії, теплоенергетики, атомної енергетики, хімії, машинобудування [1].

Найбільш розповсюдженими забруднюючими речовинами в м. Запоріжжі є пил, сполуки сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю (СО) та вуглеводні. Саме вони вносять найбільший вклад у формування екологічно залежних захворювань та станів.

Аналіз екологічної безпеки викидів забруднюючих речовин проводився в зоні впливу підприємства ПрАТ «Український Графіт», тому що у викидах цього підприємства присутні СО (82%) і токсичні

вуглеводні (5,5%), такі як бенз(а)пірен, бензол, стирол і фенол.

ПрАТ «Український графіт» – провідний виробник в Україні графітованих електродів для електросталеплавильних, руднотермічних та інших видів електричних печей, вуглецевої, електродної і анодної мас для електродів, вуглецевої пасти, футерувальних матеріалів (блоків) на основі вуглецю для підприємств металургійного, машинобудівного, хімічного та інших комплексів промисловості.

Метою роботи є оцінити ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами ПрАТ «Український графіт», що містять оксид вуглецю та вуглеводні.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Підприємство ПрАТ «Укрграфіт» викидає в атмосферне повітря 27 забруднюючих речовин 1-4 класу небезпеки, які мають різну спрямованість впливу на здоров'я населення [2]. Пріоритетним шляхом надходження забруднюючих речовин в організм людини є інгаляційний шлях, аналізованим середовищем визначено – атмосферне повітря.

Вибір пріоритетних забруднюючих речовин, що містяться у викидах ПрАТ «Укрграфіт», проводився з урахуванням обсягу їх надходження в атмосферне повітря та результатів ранжирування викидів за індексами порівняльної

канцерогенної і неканцерогенної небезпеки. В результаті був сформований перелік пріоритетних забруднюючих речовин.

До переліку увійшло 12 хімічних сполук, з яких до 1 класу небезпеки (надзвичайно небезпечні речовини) відноситься бенз(а)пірен; до 2 класу небезпеки (високонебезпечні речовини) – діоксид азоту, бензол, марганець та його сполуки, сірководень, діоксид сірки, стирол і фенол; до 3 класу небезпеки – аценафтен і зважені речовини, до 4 класу небезпеки - нафталін та оксид вуглецю.

У складі пріоритетних забруднюючих речовин 3 хімічних речовини мають канцерогенну дію. За класифікацією МАВР бензол належить до групи канцерогенів 1 класу, тобто найбільш небезпечні для людини; бенз(а)пірен та стирол – до групи можливих канцерогенів для людини.

Зона дослідження ризиків для здоров'я населення від впливу викидів стаціонарних джерел ПрАТ «Укрграфіт» (територія розміром 7×7 км) була розділена рецепторною сіткою на 8 однакових сегментів по 45 ° по румбах напрямку вітру, починаючи з півночі (0°). Кожен сегмент був розділений від центру території підприємства, визначеної за кордонам 3-х проммайданчиків, на сектори від 500 до 3500 м з кроком сітки 500 м.

ПрАТ «Укрграфіт» були надані усереднені концентрації забруднюючих речовин, розрахунок яких проводився в 56 вузлах заданої рецепторної сітки в мкг/м³ без урахування фону.

При визначенні експонованої популяції враховувалася щільність населення в рецепторних точках і географія розташування джерел забруднення. Висока щільність проживання населення близько промислового майданчика ПрАТ «Укрграфіт» від центру території підприємства спостерігається на відстані 3000 м в північно-східному напрямку, де становить 15-19 тис. чоловік на 1 км², і в південно-західному напрямку на відстані 2500 м – 11-15 тис. осіб на 1 км², в результаті чого оцінка ризику для здоров'я населення проводився в 14 вузлах заданої

рецепторній сітки по румбах північно-східного і південно-західного напрямку вітру.

Були встановлені характеристики ризику від забруднення атмосферного повітря викидами стаціонарних джерел ПрАТ «Укрграфіт» в розрахункових вузлах рецепторної сітки, які включали [2]:

- розрахунки індивідуальних та сумарних канцерогенних ризиків для здоров'я експонованого населення;

- розрахунки неканцерогенних ризиків у вигляді коефіцієнтів та індексів небезпеки для окремих речовин;

- розрахунки індивідуального ризику смерті від викидів пилу з діаметром часток менше 10 мкм.

Серед пріоритетних забруднюючих речовин, присутніх у житловій зоні, канцерогенною дією володіють бенз(а)пірен, бензол і стирол. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення у вузлах рецепторної сітки свідчать про малий рівень ризику (рівень $De\ minimas$) ($ICR = 10^{-9} \div 10^{-6}$) при гострому впливі для всіх трьох речовин. Подібні ризики не вимагають ніяких додаткових заходів щодо їх зниження і їх рівні підлягають тільки періодичному контролю.

Сумарний канцерогенний ризик у 14 вузлах рецепторної сітки в північно-східному ($R_{сум} = 2,25 \cdot 10^5$) і південно-західному ($R_{сум} = 1,87 \cdot 10^5$) напрямках свідчить про низький рівень ризику розвитку ракових захворювань ($10^6 < R_{сум} < 10^4$) при гострому впливі. Дані рівні ризику підлягають постійному контролю.

Основний внесок у формування сумарного канцерогенного ризику у вузлах рецепторної сітки при гострому впливі припадає на частку бензолу і бенз(а)пірену.

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці гострих інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від ПрАТ «Укрграфіт» свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HQ > 1$) в розрахункових вузлах рецепторної сітки для наступних речовин:

- а) в північно-східному напрямку для:

- марганцю та його сполук на відстані 500 м (HQ = 1,036), але населення там не проживає, отже, ризик для здоров'я - відсутній;

- бенз(а)пірену на відстані від 2500 до 3500 м (HQ = 1,12 ÷ 1,23);

- фенолу на відстані від 2500 до 3500 м (HQ = 1,0683 ÷ 1,2517);

б) в південно-західному напрямку для:

- бенз(а)пірену на відстані від 2500 до

3500 м (HQ = 1,02 ÷ 1,26);

- фенолу на відстані 3000 м (HQ = 1,12).

Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу (HI > 1) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при гострому інгаляційному впливі та представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків індексів небезпеки

Органи/системи	Відстань, м	Індекси небезпеки в північно-східному напрямку	Індекси небезпеки в південно-західному напрямку
Органи дихання	500-3000	1,477 ÷ 2,7808	1,0627 ÷ 2,0721
Органи зору	2500-3500	1,063 ÷ 1,31	1,12
Паренхіматозні органи	2500-3500	1,08 ÷ 1,32	1,13
Серцево-судинна система	2500-3500	1,13 ÷ 1,36	1,17
Центральна нервова система	2500-3500	1,23 ÷ 1,44	0,79 ÷ 1,27
Імунна система	2500-3500	1,08 ÷ 1,23	1,02 ÷ 1,26
Вроджені дефекти розвитку	2500-3500	1,142 ÷ 1,286	1,1 ÷ 1,32

Значення коефіцієнтів та індексів небезпеки при гострому інгаляційному впливі знаходяться на середньому рівні (HQ/HI = 1-5), в результаті чого існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, допустимий для виробничих умов) [4,5].

Найбільший внесок у формування індексу небезпеки для органів дихання припадає на фенол (63,93%) і сірки діоксид (19,9%), для паренхіматозних органів (98,54%), серцево-судинної системи (96%) і центральної нервової системи (58,36%) - на фенол, для вроджених дефектів розвитку - на бенз(а)пірен (95,74%). Формування індексу небезпеки при впливі викидів ПрАТ «Укрграфіт» на імунну систему повністю здійснюється за рахунок бенз(а)пірену, на органи зору - за рахунок

фенолу.

Проведені моніторингові та епідеміологічні дослідження в багатьох країнах світу доводять, що численні ефекти для здоров'я, в т.ч. захворювання і смерті від респіраторної і серцево-судинної патології, викликаються саме забрудненням атмосферного повітря речовинами у вигляді твердих суспендованих частинок (PM10).

Розрахунки показали, що додаткові випадки смерті становлять 0,07 на 1000 населення протягом усього життя, що відповідає приблизно двом додатковим випадкам смерті у вузлах рецепторною сітки.

В результаті аналізу викидів від підприємства з виробництва вуглецевої продукції на дотримання екологічної безпеки було встановлено, що шкідливими

речовинами, які безпосередньо впливають на здоров'я людини, є бензол, бенз(а)пірен, фенол і стирол. Під впливом цих компонентів викидів встановлена ймовірність формування захворювань органів дихання, зору, паренхіматозних органів, серцево-судинної, центрально-нервової та імунної систем, вроджених дефектів розвитку у особливо чутливих підгруп населення (людей похилого віку, вагітних і дітей).

ВИСНОВКИ. В результаті аналізу екологічної безпеки викидів підприємства з виробництва вуглецевої продукції було встановлено наступне:

- сумарний канцерогенний ризик у 14 вузлах рецепторної сітки в північно-східному ($R_{\text{сум}}=2,25 \cdot 10^{-5}$) і південно-західному ($R_{\text{сум}}=1,87 \cdot 10^{-5}$) напрямках свідчить про низький рівень ризику розвитку ракових захворювань ($10^{-6} < R_{\text{сум}} < 10^{-4}$) при гострому впливі, що за міжнародними критеріями оцінюється як прийнятний рівень, на якому встановлюються гігієнічні нормативи для населення;

- результати розрахунків коефіцієнтів ($HQ = 1,036 \div 1,2517$) та індексів небезпеки ($HI = 1,0627 \div 1,32$) при оцінці гострих інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин при виробництві вуглецевої продукції знаходяться на середньому рівні. Такий рівень ризику не потребує проведення екстрених заходів з

його усунення, однак не може розглядатися як прийнятний.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белоконь К.В. Про підвищення екологічної безпеки газових викидів металургійних підприємств. *Металургія*, 2011. Вип. 25. С. 164 -169.

2. Белоконь К.В., Рібалова О.В. Анализ экологической безопасности выбросов предприятия ОАО «Украинский графит», содержащих оксид углерода и углеводороды. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2012. Вип. 34. С. 61-71.

3. Методичні рекомендації. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: Наказ МОЗ № 184 від 13.04.2007 р. К., 2007. 28 с.

4. Белоконь К.В. Повышение экологической безопасности предприятий электродного производства путём каталитического обезвреживания газовых выбросов. *Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожного університета*. 2015. Вип. 70. С. 42-49.

5. Belokon K.V., Belokon Y.A., Kozhemyakin G.B., Matukhno E.V. Environmental assessment of the intermetallic catalysts utilization efficiency for deactivation of the pollutants emitted by electrode production enterprises. *Scientific bulletin of National mining university*. 2016. №3 (153). С. 87-94.

ENVIRONMENTAL SAFETY ANALYSIS OF INDUSTRIAL EMISSIONS CONTAINING CARBON MONOXIDE AND HYDROCARBONS

K. Belokon

Zaporizhzhia National University

Zhukovsky str., 66, Zaporizhzhia, 69600, Ukraine, E-mail: kv.belokon@gmail.com

The estimation of population health risk from carbon oxide and hydrocarbons waste influence of carbon producing enterprises is observed in this work. After analyzing ecological emissions safety of the carbon producing enterprises it was established that their activity belongs to the average level of risk and ability to get respiratory organs diseases, sight, cardiovascular and central nervous system diseases for old persons, pregnant women and children.

Key words: gaseous waste, carbon oxide, hydrocarbons, pollution, atmosphere air, ecological safety, inhabitants health risk.

REFERENCES

1. Belokon' K.V. (2011), "About increasing environmental safety of gas emissions metallurgical enterprises", *Zbirnyk naukovykh prac "Metalurhiya"*, vol. 25, pp. 164 -169.

2. Belokon' K.V. (2012), "The analysis of ecological safety of carbon oxide and hydrocarbons waste of the industrial plant of open society "Ykrgrafit", *Zbirnyk naukovykh prac "Problemy okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyshcha ta ekolohichnoyi bezpeky"*, vol. 34, pp. 61-71.

3. *Metodychni rekomendatsiyi* (2007),

Otsinka ryzyku dlya zdorovya naselennya vid zabrudnennya atmosferного povitrya, Ukraine, Kiev.

4. Belokon' K.V. (2015), "The increasing of enterprises of electrode production ecological safety by catalytic neutralization of gas emissions", *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta*, vol. 70, pp. 42-49.

5. Belokon K.V.: *Scientific Bulletin of National Mining University, Scientific and Technical Journal*, 2016, 3, 87. (in English).

ОХОРОНА ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ ВІД АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ (НА ПРИКЛАДІ р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ)

В.Л. Безсонний¹, к.т.н., О.В. Третьяков², д.т.н., доц., Ю.В. Буц¹, к.г.н., доц.

¹Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця
пр. Науки, 9а, м. Харків, 61166, Україна. E-mail: bezsonny@gmail.com

²Харківська державна академія фізичної культури
вулиця Клочківська, 99, м. Харків, 61000, Україна

Проаналізовано питання охорони поверхневих джерел питного водопостачання в умовах впливу не повністю очищених промислово-побутових вод на екологічний стан р. Сіверський Донець в межах Ізюмського району Харківської області. Відмічається суттєве перебільшення допустимих рівнів вмісту сполук фосфору та азоту.

Ключові слова: стічні води, фосфати, нітрити, нітрати, біологічне споживання кисню, хімічне споживання кисню, очисні споруди

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сьогодні споживання води суб'єктами господарювання у кількісному вираженні перевищує сумарне споживання усіх інших природних ресурсів, у зв'язку з чим відбувається виснаження та забруднення водних ресурсів. Першою та основною причиною забруднення водою є досить значне водоспоживання та, відповідно, скид забрудненої води. За сучасного рівня водоспоживання природні механізми самоочищення вже не в змозі забезпечити нам воду відповідної якості. Крім високого рівня витрати води, її нестача викликана також і всезростаючим забрудненням внаслідок скиду у річки виробничих та побутових стічних вод. Водні об'єкти басейну р. Сіверський Донець є головними джерелами водопостачання Харківської, Луганської і Донецької областей, а площа водозбору басейну р. Сіверський Донець є одним з найбільш екологічно напружених регіонів України. Структура

водокористування, що склалася у басейні р. Сіверський Донець, представлена усіма видами водокористування, в тому числі з великим обсягом споживання води на екологічно небезпечні виробництва.

Сіверський Донець є найбільшою річкою та найважливішим джерелом прісної води сходу України, басейн якої розташований на територіях Харківської, Донецької та Луганської областей та являє собою урбанізований регіон з високим рівнем розвитку промисловості та сільського господарства. Для забезпечення господарського комплексу необхідна велика кількість якісних водних ресурсів, проте водозабезпеченість регіону є низькою, а інтенсивність використання річкового стоку басейну у два рази перевищує середній рівень використання річкового стоку по Україні [1].

Проблеми екологічного стану р. Сіверський Донець присвячено ряд досліджень, зокрема, відповідно до

результатів дослідження [2] стан річкової води у верхній частині річки в межах Харківської області оцінюється як «добрий» для визначення екологічного стану та «досить чистий» для визначення ступеня чистоти; придатною для використання з метою водозабезпечення для питних потреб є тільки ділянка р. Сіверського Дінця у верхній течії (орієнтовно вище 850 км) за умов застосування інтенсивних методів очищення води.

Дослідження впливу великих міст регіону на формування кисневого режиму води у басейні Сіверського Дінця показали спроможність екосистеми басейну до самоочищення. На окремих ділянках процеси самоочищення уповільнені. Вміст кисню в створі нижче м. Харків менший на 30 % внаслідок потужного техногенного навантаження [3]. Дослідниками [4] відзначається, що вода, що виходить із Белгородської області (за даними прикордонного створу с. Стара Таволжанка Белгородської області) за останні роки незмінно характеризується як помірно забруднена: вміст міді становить 2,83 ГДК, нітритів 1,75 ГДК, загального заліза 1,78 ГДК, фосфору 1,39 ГДК, а значення БСК5 - 1,2 ГДК. В роботі [5] визначено рівень небезпеки рекреаційного водокористування річки Сіверський Донець в межах Харківської області на основі американського наукового підходу до оцінювання ризику для здоров'я населення [6], яким передбачено розрахунок окремо канцерогенного і неканцерогенного ризиків для здоров'я населення. На підставі цього відзначено, що ранжування постів спостереження за якісним станом річки у межах Харківської області за величиною індексу небезпеки показало термінову необхідність упровадження природоохоронних заходів у районі розташування м. Ізюм, с. Хорошево, с. Есхар та в м. Харків. Автори [7] відповідно до розробленої ними нової методики оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних екосистем визначили перелік річок басейну р.

Сіверський Донець в Харківській області, які потребують негайного впровадження природоохоронних заходів на основі аналізу джерел їх забруднення. Дослідниками [8] показано, що для північної частини басейну (р. Сіверський Донець на відтинку від с. Огірцеве до м. Ізюм та річки Уди, Лопань, Вовча, Оскіл) у формуванні хімічного складу поверхневих вод домінують природні чинники. Фізико-географічні умови басейну та гідрологічний режим річок визначають як сезонну, так і багаторічну динаміку загальної мінералізації і окремих елементів хімічного складу поверхневих вод. Встановлено, що у формуванні хімічного складу поверхневих вод центральної та південної частини басейну (р. Сіверський Донець на відтинку від м. Ізюм до с. Кружилівка, лівобережних приток – річки Червона, Борова та правобережних приток – річки Сухий Торець, Казенний Торець, Лугань, Бахмут, Мокра Плотва, Біленька) значну роль відіграють техногенні чинники.

Дослідження, які б показували локальний вплив антропогенної діяльності, зокрема і підприємств комунального господарства, на формування показників якості поверхневих вод басейну Сіверського Дінця в межах Харківської області, авторами виявлені не були.

Метою цієї роботи є дослідження особливостей впливу не повністю очищених господарсько-побутових вод на формування та просторово-часовий розподіл показників якості поверхневих вод Сів. Донця як джерела питного водопостачання в межах Ізюмського району Харківської області.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Дослідження показників якості поверхневих вод Сіверського Донця виконувалося на підставі даних хімічних лабораторій Червонооскільського водосховища, яка забезпечує спостереження якості води р. Сіверський Дінець вище і нижче м. Ізюм, та Ізюмського комунального виробничого водопровідно-каналізаційного підприємства (ІКВ ВКП)

В ході проведеного аналізу виявлено цілу низку небажаних тенденцій, які свідчать про суттєве і постійне погіршення стану р. Сіверський Донець внаслідок скиду не повністю очищених господарсько-побутових вод. За даними хімічної лабораторії Червонооскільського водосховища, яка забезпечує спостереження якості води р. Сіверський Донець вище і нижче м. Ізюм, склад річкової води поступово і постійно погіршується за цілою низкою показників.

Вплив скиду у р. Сіверський Донець з очисних споруд ІКВ ВКП перероблених побутово-промислових стічних вод багато в чому визначає екологічний стан річки, вода якої використовується як джерело питного водопостачання багатьох населених пунктів Харківської, Донецької та Луганської областей.

Ретроспективний аналіз складу стічної води ІКВ ВКП у р. Сіверський Донець проводився за результатами аналізів хімічної лабораторії цього підприємства.

Перш за все слід відзначити, що діапазон коливання вмісту фосфатів за останні роки від 4,0 до 11,3 мг/л суттєво перебільшує встановлений допустимий рівень вмісту для питної води ($\leq 3,5$ мг/л), що створює значні проблеми для станцій водопідготовки питної води, технологія яких не дозволяє довести їх вміст до нормативних вимог. Це потребує розробки рекомендацій як для підприємств виробників питної води, так і для населення – споживачів цієї питної води. Задля виявлення реального впливу скиду з очисних споруд м. Ізюму на якість води р. Сіверський Донець досліджувалася різниця вмісту нітратів у річковій воді нижче скиду і вище скиду за середньорічними показниками. До 2010 року спостерігалася зменшення вмісту нітратів у річковій воді, що свідчило про ефективну роботу очисних споруд міста з очищення промислово-побутової стічної води, яка сприяла покращенню якості річкової води. Починаючи з 2010 року і по цей час спостерігається чітка тенденція постійного збільшення вмісту нітратів у річковій воді внаслідок скиду не

доочищеної води з очисних споруд міста, що суттєво погіршує якість питної води, виготовленої з води р. Сіверський Донець.

Усе це створює чималі труднощі для виробників питної води з води р. Сів. Донець, тому що на станціях водо підготовки питної води непередбачені технологічні стадії спрямовані на видалення нітратів з води.

Абсолютно аналогічна тенденція спостерігається щодо зміни різниці вмісту фосфатів у річковій воді нижче скиду і вище скиду стічної води з ІКВ ВКП. Така тенденція безумовно свідчить про те, що очисні споруди ІКВ ВКП вичерпали практично в повному обсязі свої технологічні можливості щодо очищення промислово-побутових стоків і на фоні постійного зростання використання населенням різноманітних миючих засобів та іншої побутової хімії, не в змозі забезпечити видалити їх на очисних спорудах, що приводить до суттєвого погіршення екологічного стану р. Сів. Донець.

Додатковим свідченням цього є зміни різниці поверхнево-активних речовин у річковій воді нижче скиду і вище скиду стічної води з ІКВ ВКП за середньорічними показниками та зміни різниці біологічного споживання кисню (БПК) у річковій воді нижче скиду і вище скиду стічної води.

Відповідно до нормативних вимог величина ХСК не повинна перебільшувати 15-30 мг/л. Про ступінь забруднення води можна судити по показниках ХСК, наприклад, дуже чисті водойми мають ХСК 1 – 2 мг/л, помірно чисті – 3 мг/л, середньої забрудненості – 4 мг/л, забруднені – до 15 мг/л.

Цей показник у стічній воді ІКВ ВКП суттєво змінився починаючи з 2010 року внаслідок вичерпання технологічних резервів очисних споруд.

Дослідженнями визначено, якщо відношення БСК/ХСК прямує до $\rightarrow 1$, тоді у стічній воді переважно присутні легкоокисні речовини і в технологічну схему очищення стічних вод не потрібно включати споруди попереднього очищення.

Якщо БСК/ХСК прямує до $\rightarrow 0$, присутні переважно важкоокисні речовини, тоді в технологію очищення стічних вод потрібно включити попереднє очищення.

ВИСНОВКИ. Проведений аналіз впливу не повністю очищених промислово-побутових вод на екологічний стан р. Сіверський Донець в межах Ізюмського району Харківської області дозволяє зробити наступні основні висновки:

- коливання вмісту фосфатів у стічній воді ІКВ ВКП за останні роки у діапазоні від 4,0 до 11,3 мг/л суттєво перебільшує встановлений допустимий рівень їх вмісту для питної води ($\leq 3,5$ мг/л), що створює значні проблеми для станцій водопідготовки питної води, технологія яких не дозволяє довести їх вміст до нормативних вимог;

- починаючи з 2010 року і по цей час спостерігається чітка тенденція постійного збільшення вмісту нітратів та фосфатів у воді р. Сіверський Донець внаслідок скиду недоочищеної води з очисних споруд ІКВ ВКП, що суттєво погіршує якість питної води, виготовленої з води р. Сів. Донець;

- очисні споруди ІКВ ВКП не забезпечують необхідного рівня окиснення органічних сполук, поверхнево-активних речовин та нітритів у промислово-побутових стоках;

- очисні споруди ІКВ ВКП не забезпечують не забезпечують видалення фосфатів з промислово-побутових стоків;

- усі означені недоліки визначають суттєве погіршення екологічного стану басейну р. Сіверський Донець.

ЛІТЕРАТУРА

1. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки.//

Відомості Верховної Ради України, 2005, № 15, с. 243-255.

2. Сучасний екологічний стан української частини річки Сіверський Донець (експедиційні дослідження) / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, А.В. Колісник та ін.: за ред. д-ра геогр. наук, проф. А.В. Гриценка, канд. біол. наук, доц. О.Г. Васенка. – Х.: ВПП «Контраст», 2011. – 340 с.

3. Ухань О.О., Осадча Н.М. Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2010. – Вип. 259, С. 199-216.

4. Задніпровський В.В., Максименко Н.В. Проблеми і динаміка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець на Харківщині // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 252, С. 150-153.

5. Белан С.В., Рибалова О.В., Козловська О.В. Визначення екологічної небезпеки водокористування басейну р. Сіверський Донець у Харківській області // Вестник ХНАДУ, вып. 60, 2013. – С. 128-132.

6. Integrated Risk Information System (IRIS) : [Електронний ресурс] / U. S. Environmental Protection Agency (EPA). – Режим доступу : <http://www.epa.gov/iris>.

7. Рибалова О.В., Козловська О.В., Коробкова Г.В. Оцінка екологічного ризику погіршення стану басейну р. Сіверський Донець в Харківській області [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/7_NITSB_2014/Ecologia/6_161747.doc.htm

8. Ухань О.О., Осадчий В.І., Н.М. Осадча Н.М., Манченко А.П. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250 С. 262-279.

PROTECTION OF SURFACE RESOURCES OF WATER SUPPLY FROM ANTHROPOGENIC INFLUENCE (ON THE EXAMPLE OF THE SIVERSKA DONETS)

V. Bezsonny¹, O. Tretyakov², Yu. Buts¹

¹Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics,

²Kharkiv State Academy of Physical Culture, Kharkiv, Ukraine, E-mail: bezsonny@gmail.com

The question of protection of surface sources of drinking water supply in the conditions of influence of not completely purified industrial and domestic water on the ecological status of the river Siverskyi Donets within Izium district of Kharkiv region is analyzed. There is a marked increase in the permissible levels of phosphorus and nitrogen compounds.

Keywords: wastewater, phosphates, nitrites, nitrates, biological oxygen consumption, chemical oxygen consumption, treatment plants

REFERENCES

1. Zahal'noderzhavna prohrama «Pytna voda Ukrayiny» na 2006-2020 roky. (2005) *Vidomosti Verkhovnoyi Radu Ukrayiny*, 15.

2. Hrytsenko, A.V. (2011) Suchasnyy ekolohichnyy stan ukrayinskoyi chastyny richky Siverskyi Donets. «Kontrast».340.

3. Ukhan, O.O., Osadcha N.M. (2010) Kharakterystyka kysnevoho rezhymu poverkhnevyykh vod baseynu r. Sivers'kyi Donets. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*. 259. 199-216.

4. Zadniprovskyy, V.V., Maksymenko, N.V. (2003) Problemy i dynamika ekolohichnoho stanu baseynu r. Sivers'kyi Donets na Kharki-vshchyni. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*. 252. 150-153.

5. Byelan, S.V., Rybalova, O.V., Kozlovska, O.V. (2013). Vyznachennya

ekolohichnoyi nebezpeky vodokorystuvannya baseynu r. Siverskyi Donets u Kharkivskiy oblasti. *Vestnyk KHNADU*. 60, 128-132.

6. Integrated Risk Information System (IRIS):/ U.S. Environmental Protection Agency (EPA). <http://www.epa.gov/iris>.

7. Rybalova, O.V., Kozlovska, O.V., Korobkova, H.V. (2014) Otsinka ekolohichnoho ryzyku pohirshennya stanu baseynu r. Siverskyi Donets v Kharkivskiy oblasti: http://www.rusnauka.com/7_NITSB_2014/Ecologia/6_161747.doc.htm

8. Ukhan' O.O., Osadchyy V.I., N.M. Osadcha N.M., Manchenko A.P. Osoblyvosti formu-vannya khimichnoho skladu poverkhnevyykh vod baseynu r. Sivers'kyi Donets' // *Naukovi pratsi UkrNDHMI*. – 2002. – Vyp. 250 S. 262-279.

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОПРОЗОРИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО ОГОРОДЖУЮТЬ, В РЕВЕРБЕРАЦІЙНІЙ КАМЕРІ

П. М. Саньков, к.т.н., доц., Н.О. Ткач, к.т.н., доц., Б.Д. Гваджаіа, с.н.с.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури м. Дніпро, вул.

Чернишевського 24а, Україна, 49005, Україна. E-mail: petersankov5581@gmail.com

В результаті проведених досліджень визначенні основні показники звукоізоляції конструкцій, що огороджують. Випробування проведено у лабораторних умовах сертифікованої ревербераційної камери. Об'єкт дослідження: акустичні і конструктивні властивості світлопрозорих конструкцій, що огороджують (вікон). Предмет дослідження: прогнозування і зниження шумового забруднення в приміщеннях житлових та громадських будинків в умовах міської забудови. Результати роботи можливо використати для розробки рекомендацій з проектування світлопрозорих конструкцій для зовнішніх стін житлових, громадських та промислових будівель з метою забезпечення необхідної звукоізоляції. Тим самим при проектуванні будуть досягненні нормативні рівні звуку в зазначених місцях перебування людини.

Ключові слова: звукоізоляція, вікно, житлові приміщення, ревербераційна камера

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сучасному етапі історичного розвитку склалася екологічна форма взаємодії суспільства і природи - охорона навколишнього природного середовища з метою збереження людини як біологічного і соціального організму і його природного середовища незаселеного.

За останні роки активного і масштабного будівництва в нашій країні відбулися серйозні зміни не тільки в будівництві і технологіях, але і в свідомості споживачів. Сьогодні вже не женуться виключно за кількістю квадратних метрів, а в першу чергу звертають увагу на рівень житла, тобто на сукупність чинників, що визначають його якість – надійність, вартість експлуатаційних витрат, соціальний статус і, звичайно ж, екологічність життєвого простору (середовища незаселеного).

На сьогодні стан житлового середовища в м. Дніпро часто не відповідає гігієнічним вимогам (забруднення повітря, підвищений рівень шуму і т.д.), тому забезпечення санітарно-гігієнічної і екологічної безпеки житлових приміщень є однією з найважливіших складових частин екології людини в умовах мегаполісу.

Одним з шкідливих і небезпечних для людини фізичних чинників в умовах сучасного міста і виробництва є шум. Шум супроводжує людину практично постійно і

повсюдно, завдаючи істотного збитку його здоров'ю.

Шумове забруднення сьогодні є одним з найшкідливіших фізичних чинників сучасного міста. Всі зростаючі акустичні навантаження переслідують людину практично постійно і повсюдно, поступово руйнуючи його серцево судину і центральну нервову систему, викликає у людини роздратування, може привести до втрати слуху.

Разом з проблемами забруднення повітря, ґрунту і води людство зіткнулося з проблемою боротьби з шумом. З'явилися і набувають широке поширення такі поняття як «акустична екологія», «шумове забруднення зовнішнього середовища» і ін. Все це обумовлено тим, що шкідлива дія шуму на організм людини, на тваринний і рослинний світ безперечно, встановлена наукою. Людина все більше страждає від його згубної дії.

Міський шум є складовою частиною в єдиному комплексі екологічних, соціальних, економічних, культурних, загальнодержавних і міжнародних проблем розвитку людства [1-5].

Метою роботи є встановлення відповідності нормам і поліпшення акустичних умов перебування людей в приміщеннях житлових та громадських будинків в умовах міської забудови шляхом встановлення величин акустичної ефективності віконних світлопрозорих

заповнень і сучасних стінових матеріалів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Один з основних шляхів економії енергії сьогодення - це винаходити конструкції, що огорожують, таким чином, щоб максимально знизити втрати тепла зсередини будівлі і відповідати вимогам чинних норм по теплопровідності. З приходом нових технологій з'явилися герметичні пластикові вікна з однокамерним, а з часом і двокамерним склопакетом. Сучасні умови комфорту та періодичні підвищення вартості

енергоресурсів і вимог енергоефективності огорожувальних конструкцій змушують повертатися до колишніх дворамних вікон.

На кафедрі архітектури ПДАБА проводяться дослідження як сучасних світлопрозорих елементів огорожень (метало пластикових вікон), так і колишніх дворамних конструкцій вікон. На рисунку 1 приведено фрагмент робочого процесу проведення вимірів в камері високого рівня.



Рисунок 1. Проведення акустичних вимірів в ревербераційній камері кафедри архітектури

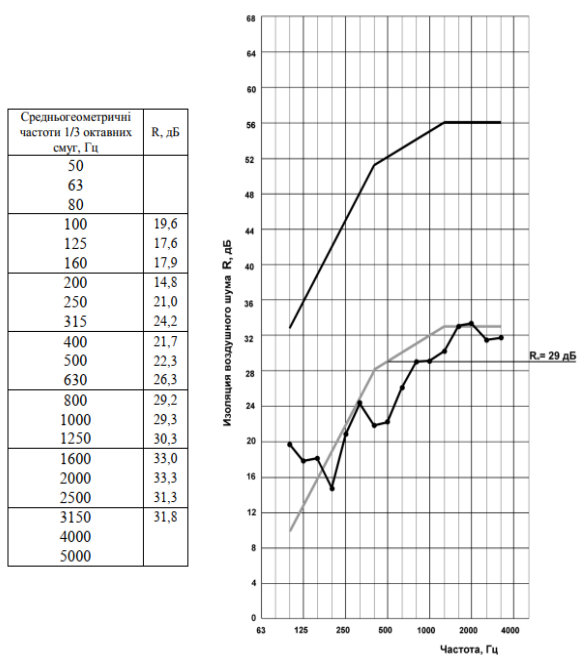


Рисунок 2. Протокол вимірювань ізоляції повітряного шуму для варіанта 1: вікно роздільне з відстанню між стеклами 75 мм

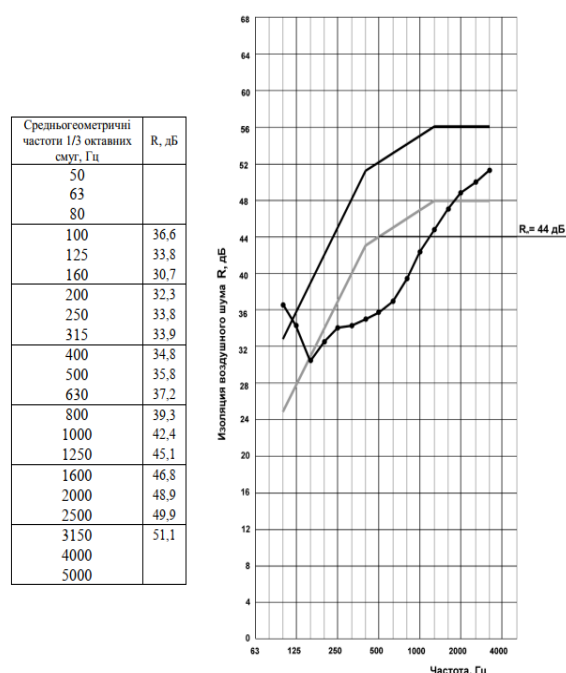


Рисунок 3. Протокол вимірювань ізоляції повітряного шуму для варіанта 18: вікно роздільне з відстанню між стеклами 160 мм

Дослідження акустичних характеристик проведено для вікна з роздільними рамами зі склом 4 мм. Відстань між рамами встановлювалась через 5 мм від 75 мм до 160 мм (18 варіантів). Всі виміри проведено сучасною апаратурою, яка пройшла державну перевірку. Обробка результатів і

ВИСНОВКИ. Отримані наступні результати камеральних випробувань і подальших розрахунків для умов зміни відстані між склом першої і другої рами від 75 мм до 160 мм: 1) індекси ізоляції повітряного шуму R_w зростали від 29,0 дБ до 44,0 дБ; 2) індекси ізоляції транспортного шуму $R_{Атран}$ зростали відповідно від 24,9 дБА до 38,4 дБА. 3) відносна різниця зростання індексів ізоляції повітряного шуму R_w склала – 15 дБ; 4) відносна різниця зростання індексів ізоляції транспортного шуму $R_{Атран}$ склала – 13,5 дБА. 5) Зафіксовано суттєве зростання всіх акустичних характеристик огорожувальних конструкцій, що нормуються. Зникає потреба в додаткових, так званих форвікнах – додаткових вікнах (акустична ефективність яких знаходиться в межах 8 – 10 дБ(А)). Тому автори рекомендують виробникам сучасних віконних конструкцій (особливо виробникам метало пластикових вікон з склопакетами, де відстань між склом дуже маленька – в межах 15-30 мм) питанням врахування проміжку між склом потрібно приділяти значно більше уваги.

ЛІТЕРАТУРА

1. Елисеєв, Д. В. Влияние техногенных факторов на экологию [Текст]: монографія / под ред. Д. В. Елисеєва. – Новосибирск: СибАК, 2014. – 164 с.
2. Seidman, M. D. Noise and Quality of Life [Text] / M. D. Seidman, R. T. Standing // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2010. – Vol. 7, № 10. – P. 3730–3738. doi:10.3390/ijerph7103730

складання протоколів здійснена за вимогами діючих державних стандартів.

В роботі [6] авторами представлено результати аналогічного експерименту для стінових конструкцій з листяних матеріалів.

3. Саньков П.Н. Организации безопасных условий труда и отдыха граждан по фактору шумового загрязнения / Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. Вып. 90 / ГВУЗ «Приднепр. госуд. академия строительства и архитектуры»; под общей редакцией В. И. Большакова - Днепропетровськ, 2016. - 200 с. : Ил. (Стародубовские чтения 2016) (С. 158 – 163)
4. Peter Sankov, Nataliia Tkach, Ivan Trifonov, Illia Iliev and Alina Blyzniuk. Residential Environmental and Ecological Safety of Person. IJISSET – International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology. Issue 4, ISSN (Online) 2348 – 7968 | Impact Factor (2016) – 5.264. April 2017. Vol. 4. P. 278-281. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s4/IJISSET_V4_I04_31.pdf (дата звернення: 10.11.2017).
5. Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V., Bakharev V., Tretyakov O., Nesterenko S. Development of the method of evaluation the level of environmental safety of housing accommodation and its approbation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 2017. № 4/10 (88). P. 61-69, 79-80. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.108443.
6. Анализ шумозащитных свойств составных конструкций из листовых материалов / П.Н. Саньков, В.Н. Макарова, Н.А. Ткач, Б.Д. Гваджаиа // Технологический аудит и резервы производства 6 (2 (32)), 24-28 2016 <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.83814>

RESEARCH OF ACOUSTICAL CHARACTERISTICS OF ILLUMINATED STRUCTURES IN A REVERBATION CAMERA

P. Sankov, N. Tkach, B. Hvardzhaia

Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Chernyshevs'kogo St., 24a, Ukraine, 49005. E-mail: petsankov5581@gmail.com

As a result of the conducted researches the main indicators of sound insulation of the enclosing structures were determined. The tests were carried out in the laboratory with a certified reverberation chamber. Object of study: acoustic and structural properties of translucent enclosing structures (windows). Subject of study: prediction of noise pollution reduction in residential and public buildings in urban development. The results of the work can be used to develop recommendations for the design of translucent structures for the exterior walls of residential, public and industrial buildings to provide the necessary sound insulation. Thus, the design will achieve the standard sound levels in the specified places of residence of the person.

Key words: sound insulation, window, living quarters, reverberation chamber.

REFERENCES

1. In: Eliseev, D. V. (2014). Vliianie tehnogennyh faktorov na ekologiiu. Novosibirsk: SibAK, 164. (in Russian)

2. Seidman, M. D., Standring, R. T. (2010). Noise and Quality of Life. International Journal of Environmental Research and Public Health, 7 (10), 3730–3738. Doi:10.3390/ijerph7103730

3. Sankov, P. M. : Organization of safe working and resting conditions for citizens by the factor of noise pollution. In: Bolshakov V. I. (eds). Construction, Materials, Engineering: A Collection of Scientific Papers. Vol. 90, pp. 158 – 163. Dnepr, DVNZ PDABA (2016). (in Russian)

4. Sankov, Peter. Residential Environmental and Ecological Safety of Person [Elektronnij resurs] / Peter Sankov, Nataliia Tkach, Ivan Trifonov, Illia Iliev and Alina Blyzniuk. – IJSET – International Journal of Innovative Science, Engineering &

Technology. – April 2017. – Vol. 4 – Issue 4, ISSN (Online) 2348 –7968 – Impact Factor (2016) – 5.264 – R.278-281. – Rezhim dostupu:

http://ijiset.com/vol4/v4s4/IJSET_V4_I04_31.pdf [in English].

5. Sankov, P., Trifonov, I., Tkach, N., Hilov, V., Bakharev, V., Tretyakov, O., Nesterenko, S. (2017). Development of the method of evaluation the level of environmental safety of housing accommodation and its approbation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/10(88), 61-69, 79-80 [in English].

6. Sankov P., Makarova V., Tkach N., Hvardzhaia B.: Analysis of noise protective properties of sheet material composite structures. Technology audit and production reserves. (V. 6., Iss. 2 (32).). pp. 24-28. (2016) Retrieved from <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.83814>

ЗМЕНШЕННЯ КООПЕРАТИВНОГО ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ЕКОБЕЗПЕКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

*С.Д.Цибуля, д.т.н., проф., В.Г.Старчак¹, д.т.н., проф., К.М.Іваненко, к.т.н.,
І.А.Костенко, к.т.н., доц., Н.П.Буяльська, к.т.н., доц.*

*Чернігівський національний технологічний університет,
вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна, e-mail: stcibula@gmail.com*

*¹Національний університет "Чернігівський колегіум імені Т.Г. Шевченка", вул.
Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Україна*

Основним показником надійності, екологічної безпеки експлуатації технічних споруд є відсутність техногенних аварій, що призводять до величезних екологічних збитків, корозійних руйнувань металоконструкцій. У довкіллі накопичуються важкі метали – супертоксиканти XXI сторіччя, більшість з яких є активаторами корозійних процесів. Відбувається також забруднення всіх складових біосфери токсичними, пожежонебезпечними продуктами (нафта, нафтопродукти і т.і.). Леткі ароматичні вуглеводні нафтового забруднення (при С=1 %, у воді) викликають загибель усіх водних рослин. Масова загибель фітопланктону, що продукує 70% кисню, може призвести до порушення кисневого балансу на Землі. Руйнуванню підводних, наземних, підземних технічних споруд сприяє енергетичне забруднення, зокрема – електромагнітні поля, воколi яких працює більшість металоконструкцій. У зв'язку з прогресуючим інгредієнтним та енергетичним забрудненням довкілля, представляє науковий і практичний інтерес вивчення їх кооперативного впливу на корозію і захист металоконструкцій, на забезпечення екологічної безпеки їх експлуатації.

Ключові слова: корозія, захист, важкі метали, електромагнітні поля.

Вступ. Техногенне забруднення природних і технологічних середовищ важкими металами (ВМ), енергетичним забрудненням (зокрема електромагнітними полями – ЕМП) зумовлюють екологічну небезпеку не тільки для біоти, але і для металоконструкцій [1-4]. На відміну від багатьох токсикантів ВМ не властиві процеси самоочищення, притаманна велика токсичність та стійкість у довкіллі. Їх токсичність та негативна дія на довкілля, металоконструкції залежить від багатьох факторів: хімічної, біологічної активності, молекулярних, іонних процесів, що відбуваються в екосистемах. Це обумовлює певну агресивність, корозійну активність середовищ до металоконструкцій [5, 6]. Вплив ЕМП, його складових (електричного поля – ЕП та магнітного – МП) пов'язано з численними руйнуваннями технічних споруд, транспортних трубопроводів, воколi електротранспорту, анодних заземлювачів та ін., внаслідок наскрізних корозійних уражень, вже за 3-4 місяці експлуатації [7, 8]. Отже, набуває

важливого значення визначення кооперативного техногенного впливу на корозію і захист металоконструкцій.

Мета роботи – вивчення техногенного кооперативного впливу інгредієнтного (ВМ) та енергетичного забруднення (ЕП, МП) щодо корозії та захисту металоконструкцій у технологічному (НСІ) та природному середовищі (річкова вода р. Білоус, Чернігівщина).

Матеріал і результати досліджень. Корозійну стійкість вивчали за стандартними методиками, гравіметрією (K_p , мм/рік) та електрохімічними методами (потенціостат П5827М), на зразках сталі 20, 45 (циліндри: $d=14$ мм, $h=20$ мм, та пластинчастих – $57 \times 12 \times 2.5$ мм), в НСІ (рН1) та річковій воді р. Білоус (Чернігівщина), із забрудненням ВМ (Cr, Ni, Zn, Cu, Fe та ін.), за ІЗВ (5.0-5.9) [4, 5, 9], рН 4.5-5.0. Електричне поле (ЕП) створювали між двома квадратними металічними пластинами (0.1 м, з відстанню між ними 0.025 м), які підключали до широкодіапазонного джерела сигналу радіочастоти, що створювало ЕМП, його електричну

складову з однаковою напруженістю (E, В/м) в різних точках [8, 10]. Магнітне поле (МП) створювали в індукційній комірці, із соленоїдом (d=0.025 м, l=0.25 м.), що був підключений до широкодіапазонного джерела сигналу (f=50 Гц ...10⁴кГц). Розрахунок H (А/м) проводили за [8, 10], виміри E (В/м), H (А/м) вели також на ІЕМП-Т. Захист від корозії здійснювали удосконаленням універсального методу захисту – синергічними захисними композиціями (СЗК) на вторинній сировині, із утилізацією регіональних відходів – К [4, 5, 8], з оптимальною полідентатною синергічною добавкою (СД) – похідне імідазолу, за MNDO-PM3, з врахуванням електронних та термодинамічних характеристик і їх кореляції з парціальними коефіцієнтами протикорозійного захисту.

Експериментальні дані обробляли методами математичної статистики [11], з використанням стандартної помилки S (при n=6, t=2.75, і довірчої ймовірності 0.95, вона складала: S±5...10%). Визначали також коефіцієнт кореляції r регресійним аналізом (метод найменших квадратів). Малоймовірні дані відкидали за Q-критерієм [11].

Результати експериментів представлені на рис. 1-3.

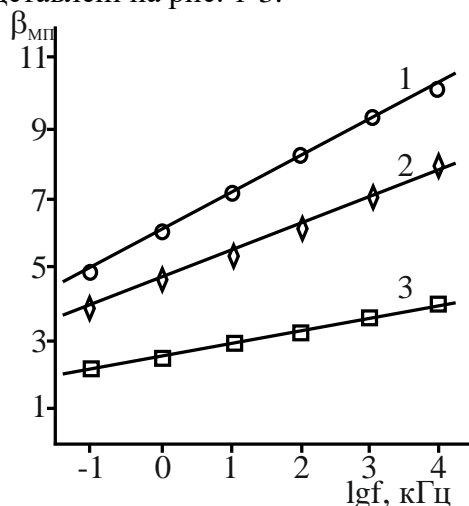


Рисунок 1 – Коефіцієнти впливу МП на корозію сталі ($\beta_{МП} = K_{П,МП} / K_{П}$) К, мм/рік, H=10 А/м. 1,2 – сталь 20, 3 – сталь 45. 1,3 – HCl, pH 1; 2 – вода річки Білоус, ІЗВ=5.9, pH 4.5

Корозійні втрати в МП зростають з підвищенням f від 50 Гц до 10⁴кГц в 2-3.2 рази на сталі 45 та в 4.7-10 раз на сталі 20 в HCl рН 1, при H=10 А/м, і в 3.6-7.8 раз в річковій воді р. Білоус, із забрудненням ВМ за інтегральним показником – індексом забрудненості води (ІЗВ=5.9, pH 4.5). $\beta_{МП}$ зростає і при збільшенні H від 1 до 10 А/м.

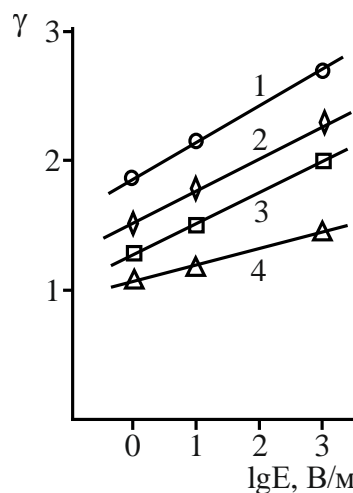


Рисунок 2 – Коефіцієнти зменшення корозійних втрат сталі в ЕП ($\gamma = \gamma_{Т,ЕП} / \gamma_{Т}$). 1,2 – сталь 20, вода р. Білоус; 3,4 – сталь 45, HCl, pH 1; 1,3 – f=10²кГц, 2,4 – f=1 кГц.

Підвищення анодних струмів понад 3 рази (сталь 20) та позитивний знак магнітострикції (напруження розтягу) пояснює зниження корозійної стійкості сталі в МП. Підвищення корозійної стійкості сталі в ЕП, пов'язано, насамперед, із значним (понад 5 разів) зменшенням анодних струмів, та, можливо, із «скін-ефектом» (зростанням густини електронного газу у приповерхневому шарі сталі), що обумовлює ефект, аналогічний катодному захисту сталі – зниження швидкості корозії із зменшенням катодних струмів (понад 3 рази).

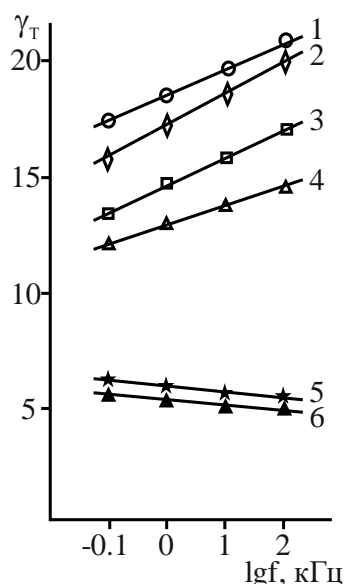


Рисунок 3 – Коефіцієнти гальмування корозії γ_T із СЗК в ЕП, МП ($\gamma_T = K_{П,СЗК}/K_{П}$).
 1,3,5 – сталь 45, НСІ, рН 1;
 2,4,6 – сталь 20 (річкова вода);
 1,2 – в ЕП, $E=100$ В/м, 3,4 – в ЕП, $E=1$ В/м; 5,6 – в МП, $H=5$ А/м.

Із збільшенням f від 100 Гц до 10^2 кГц ЕП підвищує γ_T сталі, із СЗК, в НСІ, з 17.6 до 20.7 ($E=100$ В/м), а при $E=1$ В/м – з 13.5 до 16.8. γ_T без ЕП=13.0. Відповідно γ_T на сталі 20 у забрудненій ВМ річковій воді, в ЕП підвищується з ростом E , f – з 16 – 19.9 і 12 – 14.4, γ_T без ЕП – 8.0. Магнітне поле знижує γ_T з ростом H (А/м) і f (кГц), при $H=5$, в НСІ, рН 1 з 6.2 до 5.4 і з 5.5 до 5.0 у річковій воді. Але попри негативну дію МП, СЗК забезпечує в цих умовах досить високий рівень протикорозійного захисту до 80-83.9%, хоча в ЕП γ_T досягає 95.2%.

Високий рівень протикорозійного захисту обумовлений внутрішньомолекулярним синергізмом, полідентатністю лігандів (СД) з ендо- і екзоатомами N, S, O, що сприяє активізації утворення π -донорно-акцепторних та π -дативних зв'язків. Це підсилює металохелатування [4, 5, 8]. Важливу роль грає і міжмолекулярний синергізм, пов'язаний з наявністю активних складових відходу К – поліамідних зв'язків, де атоми N, C, O мають sp^2 -гібридизацію і проявляють негативний індукційний і мезомерний ефекти. Це сприяє утворенню на поверхні металу наномасштабних стійких металохелатних

плівок, що підтверджено ІЧ- та ОЖЕ-спектрами [12].

Висновки

1. Показано, що складова ЕМП – електричне поле (ЕП) підвищує корозійну стійкість сталі 20, 45 і коефіцієнт технологічної ефективності (γ_T) протикорозійного захисту, з ростом f , E , як в технологічному середовищі – НСІ, так і природному – річковій воді (ІЗВ 5...5.9).

2. Магнітне поле знижує корозійну стійкість сталі і γ_T , із збільшенням f , H .

3. СЗК забезпечує наномасштабнеметалохелатування поверхні сталі і в умовах кооперативного техногенного впливу інгредієнтного забруднення ВМ і дії ЕМП, що підвищує рівень екологічної безпеки металоконструкцій, із зниженням ризику техногенних аварій.

Література

1. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека. – Харків-Кременчук: МОНУ, ХНУ ім. В.Каразіна, КНУ. 2008. 436 с.
2. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Конструктивна геоєкологія: наукові основи та практичне втілення. – К.: Маклаут, 2008. 320 с.
3. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI в. – М.: РУДН, 2002. 140 с.
4. Старчак В.Г., Буяльська Н.П., Цибуля С.Д. Наукові основи підвищення екологічної безпеки металоконструкцій у протикорозійному захисті //Фіз.-хім. механіка матер. – 2004. – Спецвип. №4. Т.2. С. 853-859.
5. Забруднення природного середовища важкими металами та формування екотоксикологічної ситуації і екологічної небезпеки /В.Г. Старчак, С.Д. Цибуля, Г.М. Мачульський та ін. //Наук. записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. – 2011. – №2 (47). С. 137-143.
6. Гандзюра В. П., Грубінко В. В. Концепція шкодочинності в екології – К.-Тернопіль: ТНПУ ім. В.Гнатюка, 2008. 144 с.

7. Козьменко С. Н. Экономика катастроф. – Киев: Наук. думка, 1997. 203 с.

8. Екологічна безпека трубопровідного транспорту в умовах дії електромагнітних полів /В. Г. Старчак, С. Д. Цибуля, І. Д. Пушкарьова та ін. //Вісник КНУ ім. М.Остроградського. – 2011. – Випуск 1 (66), Ч. 1. С. 145-148.

9. Хільчевський В. К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. – К. : Вид. центр “Київ. ун-т”, 1999. 320 с.

10. Козлов В.И. Общий физический практикум. Электричество и магнетизм. – М.: Изд. МГУ, 1987. 270 с.

11. Гордон А., Форд Р. Спутникхимика. – М.: Мир, 1986. 543 с.

12. Старчак В.Г., Алексеенко С.А., Буяльская Н.П. Роль гетероатомов в образовании металлохелатных структур при поверхностной модификации материалов //Наноструктурное материаловедение. – 2008. – №2-4. С.70-84.

THE COMMON TECHNOGENOUS INFLUENCE DECREASE ON ECOLOGICAL SAFETY OF METAL CONSTRUCTION EXPLOITATION

S.Tsybulia, Doct.Sc. (Eng.), Prof., V.Starchak¹, Doct.Sc. (Eng.), Prof., K.Ivanenko, Cand. Sc. (Eng.), I.Kostenko, Cand. Sc. (Eng.), Assos. Prof., N. Bujalska, Cand. Sc. (Eng.), Assos. Prof. Chernihiv National Technological University
95, Shevchenko Str., Chernihiv, 14035, Ukraine, e-mail: stcibula@gmail.com
¹National University "Chernihiv Collegium named T.G. Shevchenko"
53, Getmana Polubotka Str., Chernihiv, 14013, Ukraine

The absence of technogenous damages is the basic index of reliability and ecological safety exploitation of technical constructions. The considerable ecological losses, corrosion failures of metal constructions, accumulation of heavy metals in environment (supertoxicants XXI cent. and activators corrosion), oil contaminations attend technogenous damages. Energetic contaminations intensificate also corrosion failures. This question has been investigated not enough. The present work is devoted to the investigation of common technogenous influence of ingredient (heavy metals) and energetic contamination mediums (electromagnetic fields) on protection corrosion. For this aim the synergist protective composition as the active polydentaticchelatoformatorshave been developed. They ensure 80-95% protection corrosion and decrease ecological risks.

Key words: corrosion, protection, heavy metals, electromagnetic fields.

REFERENCES

1. Shmandii V.M., Nekos V.Ju. (2008), *Ecological safety*, KhNu, KNU, Kharkiv, Kremenchuk, Ukraine.

2. Rudko G.I., Adamenko O.M. (2008), *Constructive geoecology*, Maklout, Kyiv, Ukraine.

3. Davudova S.L., Tagasov V.I. (2002), *Heavy metals as supertoxicants XXI cen.*, RUDN, Moscow, Russia.

4. Starchak V.G., Bujalska N.P., Tsybulia S.D. (2004) “Scientific fundamentals of ecological safety metal constructions increasing in the protection corrosion”, *Phys.-chem. mechanics*, spec. issue №4, vol. 2, pp. 853-859.

5. Starchak V.G., Tsybulia S.D., Machulski G.M. a.o. (2011) “Contamination of natural mediums by heavy metals and forming of ecotoxicological situation and ecological danger”, *Nauk. Zapiski [Scientific proceedings] TNPU*, no 2 (47), pp. 137-143.

6. Gandzyura V.P., Grubinko V.V. (2008), *Concept of harmfulness in ecology*, TNPU, Kyiv-Ternopil, Ukraine.

7. Kozmenko S.N. (1997), *Economics of catastrophes*, Nauk. dumka, [Scientific view], Kyiv, Ukraine.

8. Starchak V.G., Tsybulia S.D., Pushkaryova I. D. a.o. (2011), “Ecological safety of pipelines in condtions action of electromagnetic fields (EMF)”, *Visnik KNU*,

[Bulletin KremenchukMykhailoOstrogradskiy National Univ.], no 1 (66), pp. 145-148.

9. Khilchevski V.K. (1999), *Water supply and drainage. Hydrological aspects*, KDU, Kyiv, Ukraine.

10. Kozlov V.I. (1987), *General practical work. Electricity and magnetism*, MGU, Moscow, Russia.

11. Gordon A., Ford R. (1978), *The chemist's companion*, Mir, Moscow, Russia.

12. Starchak V.G., Alexejenko S.A., Bujalska N.P. (2008) "Role of heteroatoms in formation of metalochelate structures at surface modification of materials", *Science of nanostructuring materials*, no 2-4, pp. 70-84.

ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ КІМНАТНИМИ РОСЛИНАМ В КЛАСІ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

*Голік¹ к.т.н., професор, Янпинг Юань² професор, Китайгора К.^{1,2} магістр,
Коваленко Ю³. школярка*

1-Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 360011, Україна, E-mail: golik38@i.ua

2 - Південно-західний університет Цзяотун (Китай, Ченду),

3- науковий лицей №3 міста Полтава

просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 39002, Україна. E-mail: iloks2504@gmail.com

Анотація. Розглянуто питання забруднення внутрішнього повітря діоксином вуглецю в шкільному класі звичайної школи під час навчання школярів одного 9-го класу в умовах працюючої та відключеної впродовж навчального дня вентиляції. Запропоновано застосування кімнатних рослин в приміщеннях класу для зменшення концентрації забруднюючих речовин.

Ключові слова: забруднення повітря, діоксид вуглецю, внутрішнє повітря в приміщенні, кімнатні рослини, очищення внутрішнього повітря.

Вступ. Параметри внутрішнього повітря в приміщенні, значною мірою, визначаються нормативними документами, кількість яких останнім часом суттєво зросла, особливо в умовах, коли Україна прямує до Європейського співтовариства й Українські Державні будівельні нормативи імплементуються поступово до Європейських. Відомо, що так звані нормативні мікрокліматичні умови перебування людини в приміщенні є важливою складовою, яка визначає такі параметри внутрішнього повітря при яких людина (школяр), відчуває себе, нормально, організм не відчуває негативу, людина має добрий настрій, бажання до працездатності, відмінне сприйняття матеріалу окремих дисциплін з можливістю для подальшого аналізу [1].

Для вивчення цього питання або його перевірки, особливо в умовах проведення енергетичного аудиту, наприклад, для приміщення шкільного класу, проводяться

дослідження параметрів внутрішнього середовища: температури, вологості й забруднення діоксинами вуглецю й леткими органічними сполуками (ЛОС) в умовах зміни зовнішніх параметрів навколишнього середовища та впродовж часу навчального дня в умовах навчальної п'ятиденки.

Мета роботи. Провести дослідження надходження діоксиду вуглецю в шкільному класі впродовж навчального дня при працюючій вентиляції та умовах, коли вона вимкнена. Систематизувати результати утворення діоксинів вуглецю й запропонувати методи зменшення концентрацій цієї речовини в приміщенні класу шляхом використання кімнатних рослин.

Матеріал і результати досліджень.

Останнім часом дослідження, що присвячені вивченню параметрів внутрішнього повітря в закладах освіти, де знаходяться діти, стає все більше.

Дослідження можливо зустріти в місцевих та регіональних ЗМІ, на семінарах, круглих столах, конференціях різного рівня, спеціальній науковій літературі, Інтернеті, коли ставиш питання про параметри внутрішнього повітря в закладах освіти. Часи, коли для цього треба було відвідувати спеціалізовані бібліотеки, чекати в черзі, знаходити вільне місце за стільцем, канули в вічність. Зараз для цього треба бути у добрих відносинах з Інтернетом й це питання буде вирішено досить швидко. Потрібен лише час щоб все перепрацювати, переварити, продумати й зробити правильний висновок.

Раніше наші будівельні норми (СНиП російською мовою) не звертали увагу на діоксид вуглецю, а ГОСТ 12.1. 005-88 «Повітря робочої зони» не нормував цю речовину, як забруднюючу. Але фактично кожний день ми контактували з нею, наприклад, у газованій воді, різних газованих напоях і т.п.

Останнім часом лікарі гігієністи дослідили, що діоксид вуглецю, це шкідлива речовина, ай те що вона суттєвим чином може впливати на здоров'я людини, а особливо дітей, чи то у школі чи дитячому садочку. Стало зрозумілим чому наші діти часто втомлюються вже після 4-5 уроків, скаржаться на головну біль, неухважність, втрату інтересу до навчання.

Впродовж 35 років один із авторів займається вивченням питань створення вентиляції у різних будівлях та спорудах. Створенням нормативних параметрів внутрішнього повітря (або мікроклімату) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях або місцях перебування людини. Треба констатувати, що фактично всі проекти різних будівель і споруд різного призначення мають запроєктовану вентиляцію (механічну або природну), бо інакше проект не пройде експертизу й тому споруду або будівлю буде неможливо будувати.

Споруди будуються, монтуються системи вентиляції, до речі вартість цих систем доходить до 30% загальної вартості проектів, а це сотні тисяч гривень й навіть доларів або Євро. Чого не зробиш, все для людини, аби їй було краще, легше

працювати, більша віддача у робочий час, більш висока продуктивність.

Але якщо, це промислова підприємство, то там існують спеціальні служби, які спостерігають за роботою систем вентиляції та кондиціонування повітря, без яких не тільки людина, а й багато технологічних процесів не можуть виконуватися, часто робота вентиляційної системи здійснюється одночасно з роботою виробничого конвеєра.

У громадських будівлях вентиляція існую. Але її не включають або просто відключають оскільки вона забирає на себе значну частину електроенергії. Є природні системи вентиляції, які працюють за рахунок різниці щільності внутрішнього та зовнішнього повітря. Але їх дуже часто вимикають самі робітники, або вчителі в школі «бо дме» або «сквозить». Ми всі звикли до цього й роль вентиляції відчувається лише при проектуванні.

Й раніше лікарі гігієністи констатували, що треба звертати увагу на так зване CO₂. Але будівельні норми залишались глухими до цього питання. І лише зараз, коли Україна імплементує своє будівельне законодавство до Європейського, з'явилися норми, які потребують враховувати концентрації цієї забруднюючої речовини. Наші норми визначали концентрації речовин в мг/м³, а зараз, коли ці концентрації мають дуже маленьке значення вводиться концентрація в *ppm*, це одна частина на мільйон. Її часто називають «промиле». За цими нормами Європейських стандартів для зовнішнього повітря різної місцевості концентрація в *ppm* приймається різною. Так для сільської місцевості вони знаходяться в межах 350 -500 *ppm*, для невеликих міст з приблизною чисельністю 150 -300 тис. чоловік – 500-800 *ppm*., а для великих міст 800-1000 *ppm*. Це зовнішнє повітря. Яким же повинно бути повітря у приміщенні?

Для цього й проводиться натурне дослідження стану повітря в приміщенні класу впродовж навчального дня з урахуванням за часами, уроками, з використанням вентиляції приміщень або ні, кількості уроків у класі, кількості учнів на уроках та інше.

За основу прийнято [1] вихідні дані: навчальний клас школи, який має фіксовані розміри $A \times B \times H$, тобто постійний об'єм, визначена кількість учнів, режим навчання, фіксований район розташування школи. Вибрано клас в якому учні навчаються цілий день, виключення складають уроки української та іноземної мови, фізичного виховання, хімії, коли заняття проводяться за підгрупами або за межами класу. Середнє щоденне навантаження 7 уроків протяжністю 45 хвилин, із змінними перервами між уроками 10, 15 або 20 хвилин, щоб діти впродовж робочого дня могли поновлювати функції до засвоєння матеріалу.

Все це було, як прийнято говорити, досить просто, якби не одне «но». Для кращого розуміння матеріалу треба трохи звернутися до історії школи та самої будівлі, яка є історичною спорудою міста Полтава. Нинішня будівля школи - це колишнє повітове училище та Полтавська чоловіча гімназія. Сама будівля відноситься, за історичними довідками, до 1861 року, яка фактично не змінила й зараз свого вигляду тобто має історію 158 років. До речі, в цій гімназії навчалася відома людина, український математик, академік Петербургської академії наук, ім'я якого носить Кременчуцький національний університет - Михайло Остроградський.

В чому полягає зміст цих досліджень? По перше - у школі зроблено капітальний ремонт в 2018 році, замінені вікна на пластикові більш герметичні, і тому постає питання дієздатності природної вентиляції в класах школи, умови можливості організації природної вентиляції з метою отримання або підтримання нормативних параметрів внутрішнього повітря, й загалом, наявність якої-небудь вентиляції в класах у різні періоди року.

Як же змінилася за цей час вентиляція школи, чи відповідає стан внутрішнього повітря в класах школи, спортивному залі, актовому залі, столовій, вимогам будівельних норм, хоча ці норми змінювалися ні один раз? Все це потрібно дослідити таким чином, щоб дати

обґрунтовану відповідь на поставлені під час роботи питання.

Робота не є такою, що буде зроблена за короткий час, Вона розрахована, як мінімум, на два з половиною роки так, щоб можна було перейти від дослідження мікроклімату класів, потім провести обстеження спортивного та актового залів. Особлива увага повинна бути націлена на дослідження цих процесів для приміщення столової та кухні. Потребує відповідної уваги вентиляція туалетів або санітарних вузлів.

Все це, робить питання визначення нормативних параметрів внутрішнього повітря в приміщеннях школи важливими і актуальними. Треба дивитись уперед й вже зараз думати про можливість розробки таких заходів щоб можливо було розробити заходи з вентилявання приміщень механічним або природним шляхом, застосовувати сучасні системи очистки повітря в приміщеннях класів завдяки застосуванню, наприклад, біологічних методів, які можуть стати одним із ефективних перспективних способів, який допоможе зберегти та підтримати активну життєдіяльність людини. Таким є перелік питань, який потрібно вивчити, з метою створення нормативних параметрів внутрішнього середовища в приміщенні школи, при яких учні почувають себе добре й в цьому питанні доцільним буде проведення соціального опитування школярів й вчителів стосовно санітарно-гігієнічного стану школи. Робота вивчення мікроклімату внутрішнього повітря у навчальних класах тільки почалася, але в її результатах зацікавлені всі; вчителі, батьки, а особливо самі школярі.

Так трапилось, що в цей час, одна з студенток магістрів теплоенергетиків Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, виграла навчальний грант у Китайську народну республіку на навчання за магістерським курсом. Слід сказати, що навчання за магістерським курсом в Україні 1.5 роки, в Китаї – 3 роки, залишим це питання без зайвих коментарів. Темою магістерської роботи на кафедрі теплогазопостачання, вентиляції та

теплоенергетики Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка є дослідження питань зміни концентрації діоксиду вуглецю за час навчального дня у шкільному класі. А темою магістерської роботи в Південно-західному університеті Цзяотун (Китай) є очищення повітря кімнатними рослинами від діоксиду вуглецю, тобто продуктів дихання людини.

Таким чином, було прийнято рішення, поєднати дві роботи разом й зробити піонерську магістерську роботу, яка поєднає два навчальних заклади різних країн – спільну наукову магістерську роботу «Очищення внутрішнього повітря шкільного класу від діоксиду вуглецю кімнатними рослинами».

Останнім часом очистка вентиляційного повітря за допомогою рослин зустрічається все частіше. Перші дослідження в цьому напрямі відносять до 1990-х років [2], коли було встановлено, що кімнатні рослини можуть видаляти до 90–92% формальдегіду, бензолу та ксилолу в невеликій камері. Подальші роботи

показали, що для реальних умов існує залежність між загальною площею приміщення та кількістю рослин на одиницю площі підлоги. Позитивний результат отримано при умові, що одна рослина повинна припадати на кожні $0,5\text{м}^2$, але це – майже ботанічний сад. Дослідження, що проведені в університеті Гюмбер [3], так звана «ботанічна інсталяція очистки повітря кімнатними рослинами», продемонстрували можливість впровадження цього методу очищення повітря від окремих забруднюючих речовин, в тому числі, для видалення летких органічних сполук (ЛОС). Аналіз отриманих результатів цих робіт дозволяє перевірити цей метод експериментально у приміщенні навчального закладу.

Висновки. Це перша сумісна робота закладів вищої освіти різних країн, яка дозволить проводити спільні наукові дослідження, коли ВНЗ знаходяться на значній відстані, різних континентах, але це не стає суттєвою перешкодою у вирішенні цікавих спільних наукових досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голік Ю.С., Коваленко Ю. Дослідження мікроклімату шкільного класу в умовах природної вентиляції. Матеріали 71 наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка, 16 травня, 2019р.-256 стр.
2. Wolverson BC, Wolverson JD. Plant and soil microorganisms: Removal of formaldehyde, xylene and ammonia from the indoor environment. *J Miss Acad Sci* 1993; page 11-15.
3. Girman J, Philips T, and Levin H. Critical Reviews: How well do house plants perform as indoor air cleaners? *Proceedings of Healthy building 2009*: paper 667.

CLEANING THE AIR FROM CARBON DIOXIDE TO HOUSE PLANTS IN THE GENERAL EDUCATION SCHOOL

Holik Y¹, Yanping Yuan², Kytaihora K^{1,2}, Kovalenko Y.³

1 Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

2 Southwest Jiaotong University (China, Chengdu)

3 Lyceum schoolgirl № 3, Poltava,

24 Ave. Pershotravneviy, Poltava, 36011, Ukraine iloks2504@gmail.com

The issue of indoor air pollution by carbon dioxide in a school classroom of a regular school is considered during the training of pupils of one 9th grade under the conditions of working and shut off during the school day of ventilation. Significant excess of normative values of indoor air in modern conditions to requirements of normative documents has been determined. The use of houseplants in class rooms to reduce the concentration of pollutants is proposed.

Keywords: air pollution, carbon dioxide, indoor air, indoor plants, indoor air purification.

REFERENCES

1. Golik YS, Kovalenko Y. Investigation of the microclimate of the school class in the conditions of natural ventilation. Proceedings of the 71st Scientific Conference of Yuri Kondratyuk Professors, Lecturers, Graduate Students, and Students, May 16,-2019 – 256.

2. Wolverton BC, Wolverton JD. Plant and soil microorganisms: Removal of

formaldehyde, xylene and ammonia from the indoor environment. J Miss Acad Sci 1993; page 11-15

3. Girman J, Philips T, and Levin H. Critical Reviews: How well do house plants perform as indoor air cleaners? Proceedings of Healthy building 2009: p

ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

О.Е. Ілляш, к.т.н., доцент, Ю.С. Голік, к.т.н., професор

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 39002, Україна. E-mail: iloks2504@gmail.com

Анотація. Проаналізована етапність реалізації програми поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області, яка була розроблена й затверджена у 2017 році. Виділено головні цілі даної програми та роботи, що здійснюються в області для досягнення запланованих цілей. Виділено позитивний досвід проведення інвентаризації звалищ й полігонів області та їх паспортизації. Зазначено про позитивні тенденції щодо розроблення схем санітарної очистки населених пунктів. Виділені проблеми при реалізації програми поводження з твердими побутовими відходами.

Ключові слова: тверді побутові відходи, поводження з відходами, субрегіональний підхід.

Вступ. В останні десятиліття системи управління твердими побутовими відходами стають дедалі більш складними. Причинами цього є зростання обсягів утворення твердих побутових відходів, структурні зміни у складі ТПВ, а також зміни практик управління відходами відповідно до більш вимогливих стандартів охорони навколишнього середовища. Такі зміни привели до акцентування уваги та затвердження саме регіонального підходу до управління ТПВ в багатьох країнах світу, зокрема в Україні.

Регіональний підхід щодо поводження з відходами в рамках Полтавської області та варіанти його реалізації плідно обговорювалися фахівцями природоохоронних установ, науковцями та громадськістю, що дало змогу сформувати власне бачення етапів формування сучасної системи управління поводження з ТПВ для Полтавського регіону.

Враховуючи існуючі на сьогодні практики управління сферою поводження з ТПВ у країнах ЄС, для Полтавської області

було запропоновано субрегіональний підхід та розроблено Стратегію, на основі якої на сьогодні здійснюється розвиток сфери поводження з ТПВ у регіоні [2]. Головна мета Стратегії поводження з ТПВ спрямована на розвиток технічно - і фінансово реалістичної системи управління ТПВ у рамках кожного з субрегіонів, що забезпечить ефективне управління всіма потоками ТПВ, які утворюються в субрегіоні.

Розроблена загальна Стратегія розрахована на період до 2040 року. Початковим етапом є період 2017-2021 роки, для успішної реалізації якого розроблено Комплексну програму й передбачено створення п'яти субрегіонів [1]. Програма передбачає цілий комплекс організаційно-технічних заходів, основою яких є запровадження субрегіональних інституційних структур, зокрема комунальних підприємств і створення конкретних пілотних проектів з поетапним досягненням повного охоплення населення

Полтавської області збором ТПВ (передусім, унітарним збором).

Мета роботи. Систематизувати результати основних етапів реалізації програми поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області [1] та етапів формування сучасної системи управління твердими побутовими відходами (ТПВ).

Матеріал і результати досліджень.

На сьогодні успішність реалізації запланованих заходів залежить від досягнутих організаційних домовленостей між органами самоврядування, перш ніж будуть залучені необхідні обсяги фінансування запланованих рішень або забезпечене залучення приватного сектору до надання послуг у сфері відходів на районному чи субрегіональному рівнях. Стратегія [2] передбачає суттєві інвестиції, що заплановано спрямувати на будівництво субрегіональних сучасних полігонів та сортувально-переробних комплексів ТПВ.

Виходячи із ситуації, що існуюча система управління відходами не відповідає вимогам законодавства України і сучасним стандартам управління ТПВ, а також фінансовий потенціал органів самоврядування в області також сильно обмежений, передбачено поступовий поетапний підхід до впровадження Стратегії поводження з ТПВ [3]. Відповідно на сьогодні головними цілями є:

– формування субрегіонів та відповідної комунальної організаційної структури;

– розширення послуг зі збору ТПВ із поетапним охопленням всього населення Полтавської області;

– поступове впровадження роздільного збору відходів із метою відокремлення вторинної сировини та небезпечних компонентів із змішаної маси ТПВ;

– будівництво сортувально-переробних комплексів та сучасних полігонів захоронення відходів;

– безпечне захоронення залишкових фракцій ТПВ, для чого передбачена організація контрольованих полігонів

районного масштабу (як тимчасові) та у перспективі субрегіонального масштабу;

– проведення постійного моніторингу за станом експлуатації контрольованих полігонів і звалищ та станом навколишнього середовища на прилеглих територіях;

– проведення інформаційної компанії із залученням компетентних експертів, представників органів державної влади, неурядових організацій та журналістів, які можуть впливати на громадську думку, з метою підвищення рівня обізнаності населення у питаннях поводження з відходами в Полтавській області.

Для реалізації вище наведених цілей на сьогодні в Полтавській області здійснюються наступні етапи робіт:

1) інвентаризація стану діючих звалищ і полігонів відходів, зокрема їх експлуатаційного стану та рівня екологічної безпеки, з подальшим визначенням необхідної кількості тимчасових місць видалення відходів до введення у дію сортувально-переробних комплексів та сучасних полігонів захоронення відходів [4];

2) паспортизація контрольованих полігонів і звалищ із подальшим здійсненням постійного моніторингу їх експлуатаційного стану [5];

3) розробка схем санітарного очищення населених пунктів та логістичних схем маршрутів руху сміттєзбиральної техніки [6];

4) придбання контейнерів для унітарного й роздільного збирання відходів та необхідної кількості сміттєзбиральної техніки, визначеної на основі логістичних схем;

5) закриття несанкціонованих звалищ та тих, що не відповідають вимогам екологічної безпеки, визначених у результаті інвентаризації діючих звалищ;

6) розробка проектів рекультивації та ліквідації звалищ, що підлягають закриттю;

7) будівництво (реконструкція) районних (як тимчасових) і в перспективі субрегіональних полігонів, що відповідають сучасним стандартам та санітарним нормам, із залученням сучасних технологій перероблення відходів;

8) організація відбору вторинної сировини на стаціонарних сортувальних лініях та із застосуванням мобільних сортувальних установок;

9) поступова організація роздільного збору вторсировини у населення в містах та районних центрах області;

10) створення інформаційної системи щодо управління побутовими відходами.

Згідно «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року», яка схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р до комплексу спеціальних заходів у сфері побутових відходів віднесено напрям діяльності на місцевому рівні, що сформульований як: *«визначення місцевими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування з урахуванням механізмів їх взаємодії та співробітництва оптимальних районів охоплення та розташування регіональних об'єктів поводження з побутових відходів (сміттєперевантажувальних станцій, сміттєсортувальних ліній, сміттєпереробних заводів, полігонів тощо). Формування за результатами проведеної інвентаризації та оцінки екологічного ризику переліків діючих полігонів/звалищ, що підлягають приведенню у відповідність з екологічними вимогами, а також полігонів/звалищ, які підлягають закриттю».*

Таким чином, базисним етапом визначення переліків полігонів/звалищ ТПВ, що залишаються в експлуатації або підлягають закриттю, є процедура інвентаризації даних об'єктів. Однак ця процедура на сьогодні не є законодавчо (методологічно) регламентованою, хоча й затверджена [4].

У Полтавській області в рамках Комплексної програми поводження з ТПВ [1] була проведена попередня інвентаризаційна оцінка діючих звалищ і полігонів ТПВ, яка на сьогодні уточнюється через механізм проведення натурних обстежень даних об'єктів та їх інвентаризаційної оцінки. Головними задачами при цьому є наступні:

– встановлення фактичної кількості діючих звалищ і полігонів, що розташовані

на територіях кожного з районів області;

– оцінювання стану їх екологічної безпеки за чотирма категоріями небезпеки [5];

– оцінювання фактичного експлуатаційного стану звалищ і полігонів та доцільності щодо їх подальшої експлуатації.

Ще одним вагомим етапом формування сучасної системи управління ТПВ в рамках окремих населених пунктів, територій об'єднаних громад чи районів області є розробка або коригування схем санітарної очистки населених пунктів та розробка логістичних схем маршрутів руху сміттєзбиральної техніки.

На сьогодні лише міста й районні центри області мають розроблені схеми санітарної очистки, але більшість із них не передбачають такого елементу як роздільний збір ресурсоцінних відходів від населення в спеціальні контейнери. Сільські населені пункти області усі не забезпечені схемами санітарної очистки, незначна їх кількість має спрощені схеми вивезення ТПВ, в рамках яких не передбачена оцінка експлуатаційних затрат на вивезення відходів, зокрема не здійснювався вибір оптимальної кількості та марок сміттєзбиральної техніки на основі логістичних схем маршрутів руху цієї техніки.

Таким чином, специфіка організації раціональної системи збирання та вивезення ТПВ передбачає, по-перше, виділення головних принципів побудови такої системи, а по-друге, проробку структури логістичної схеми, на основі яких можна розробляти оптимальні схеми руху сміттєзбиральної техніки з урахуванням певних територіальних особливостей.

Основними складовими структури логістичних схем маршрутів руху сміттєзбиральної техніки є наступні:

– місця збору відходів (населені пункти);

– обладнання для збору відходів (контейнери чи інша тара для збору відходів);

- спецтехніка (спеціалізовані автомобілі-лі-сміттєвози);
- місця базування транспорту (спеціалізовані комунальні підприємства);
- шляхова інфраструктура регіону збору ТПВ;
- місця перевантаження й сортування (сміттєперевантажувальні чи сортувальні станції), їх наявність або відсутність;
- об'єкти захоронення (полігони) або переробки (заводи) відходів.

Вибір варіантів рішень за кожним елементом схеми проводиться з урахування регіональної (місцевої) специфіки, зокрема особливостей соціально-економічного стану території, географічного положення, специфіки рельєфу місцевості та її кліматичних параметрів, а також культурного рівня, поінформованості населення стосовно методів збору відходів та психологічної готовності населення до прийняття певних варіантних рішень.

Висновки. Практичний досвід реалізації програми поводження з ТПВ в рамках Полтавської області на сьогодні доводить логічність та значущість прийнятих

стратегічних рішень у даній сфері. Значна кількість міських, сільських рад та територіальних громад області успішно здійснюють етапи робіт, визначених програмою, що дозволяє говорити про створення позитивних тенденцій у напрямку формування сучасної системи управління відходами в області. Але «слабкою ланкою» реалізації програми є інформаційно-просвітницька та освітня діяльність у даній сфері, що становить собою суттєву невідповідність вимогам Національної стратегії управління відходами. Таким чином, подальші етапи реалізації програми потребують акцентованої уваги щодо створення фахового супроводу й проведення відповідної інформаційної компанії, які повинні забезпечити підвищення обізнаності населення у питаннях поводження з відходами. Саме позиція громад щодо вибору того чи іншого рішення (технології) у сфері поводження з ТПВ може значно прискорити й підсилити ефективність прийнятих рішень, або може стати значною перешкодою для їх прийняття й впровадження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комплексна програма поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області на 2017 – 2021 роки. – Полтава, 2017. – 143с.

2. Субрегіональна стратегія поводження з твердими побутовими відходами для Полтавської області, проект «Реформа управління на сході України» «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Gmbh», представлено для Полтавської обласної державної адміністрації, GFA Consulting Group, січень 2016. – 83с.

3. Ю.С. Голік, О.Е. Ілляш, Е.В. Рева, В.І. Бредун, М.В. Білоус. Сучасна концепція поводження з твердими побутовими відходами Полтавської області / Проблеми і перспективи розвитку академічної та університетської науки. Збірник наукових праць за матеріалами дев'ятої міжнародної

науково-практичної конференції, 7-9 грудня 2016. – Полтава, ПолтНТУ, 2016. – С.122-129.

4. Порядок функціонування та припинення експлуатації полігонів і звалищ ТПВ на території Полтавської області / затверджено Рішенням пленарного засідання сімнадцятої сесії сьомого скликання Полтавської обласної ради № 529 від 14.07.2017.

5. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів №12 від 14.01.1999 зі змінами від 25.01.2016 Наказ №25 «Про затвердження Інструкції про зміст і складання паспорта місць видалення відходів».

6. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 17.03.2011 № 145 «Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць».

PRACTICAL EXPERIENCE OF IMPLEMENTATION OF THE SOLID HOUSEHOLD WASTE MANAGEMENT PROGRAM IN THE POLTAVA REGION

Oksana Illiash, Yurii Holik,

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University,

24 Ave. Pershotravneviy, Poltava, 36011, Ukraine iloks2504@gmail.com

There is analysed stage of realization of the program of handling hard domestic wastes in the Poltava area which was developed and ratified in 2017 year. The primary objectives of this program and works which carry out in an area for achievement of the planned aims are selected. Positive experience of leadthrough of taking of inventory of dumps and grounds of area and their passport system is selected. It is marked about positive tendencies in relation to development of charts of the sanitary cleaning of settlements. The selected problems are during realization.

Keywords: hard domestic wastes, handling wastes, subregional'niy approach.

REFERENCES

1. Complex program of handling hard domestic wastes in the Poltava area on 2017-2021. it is Poltava, 2017. – 143s.
2. Is subregional'na strategy of handling hard domestic wastes for the Poltava area, project «Reform of management on east of Ukraine» «Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) Gmbn», is it presented for Poltava regional state administration, GFA Consilting Group, January 2016. – 83s.
3. Yu.S. Golik, O.E. Ilyash, E.V. Reva, V.I. Bredun, M.V. Bilous. Modern conception of handling hard domestic wastes of the Poltava area / Problems and prospects of development of academic and university science. Collection of scientific labours after materials of ninth international naukovo-praktichnoy conference, on December, 7-9 2016. is Poltava, POLTNTU, 2016. – S.122-129.
4. An order of functioning and stopping of exploitation of grounds and dumps of TPV is on territory of the Poltava area / it is ratified Decision of the plenary meeting of the seventeenth session of seventh convocation of the Poltava regional soviet № 529 from 14.07.2017.
5. Order of Ministry of ecology and natural resources №12 from 14.01.1999 with changes from a 25.01.2016 Order №25 «About claim of Instruction about maintenance and drafting of passport of places of delete of wastes».
6. An order of Ministry of guard of health Ukraine is from 17.03.2011 №145 the «State sanitary norms and rule maintenance of territories of the inhabited places».

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКИДІВ КОТЛІВ КРЕМЕНЧУЦЬКОЇ ТЕЦ В РЕЖИМІ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНОГО ПАЛИВА

Голік Ю.С.¹к.т.н., професор, Шмандій В.М.²д.т.н., професор, Бахарєв В.С.² д.т.н., доцент, Харламова О.В.², Череднікова О.В.¹, к.т.н., доцент, Литвиненко О.¹ студент, Вертепний О.В.³

*1-Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
2-Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
3.Кременчуцька ТЕЦ*

Просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 360011, Україна, E –mail: golik38@i.ua

Анотація. На підставі викидів забруднюючих речовин та розрахунків їх розсіювання у приземному шарі атмосфери від котельного обладнання Кременчуцької ТЕЦ в режимах роботи на комбінованому паливі газ-мазут визначається режим роботи котельного обладнання, при якому за розрахунками програми ЕОЛ концентрація забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери не перевищує нормативних значень

Ключові слова: викиди ТЕЦ, забруднюючі речовини, комбіноване спалювання, оптимальний режим спалювання.

Вступ. В результаті роботи котлів Кременчуцької ТЕЦ, технологічного обладнання заводу технічного вуглецю, Кременчуцького нафтопереробного заводу в зимовий період, особливо при використанні рідкого палива, в приземному шарі атмосфери при окремих напрямках вітру в районі житлової забудови, мікрорайоні «Молодіжний» визначається перевищення концентрацій забруднюючих речовин, які негативно сприймаються мешканцями цієї місцевості. На підставі звернення Кременчуцької ТЕЦ ведеться пошук оптимальних варіантів режимів роботи котельного обладнання при використанні комбінованого палива.

Раніше фахівцями Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського було проведено суб'єктивне оцінювання впливу функціонуючих груп промислових об'єктів на умови проживання людей в зоні його впливу було проведено анкетування населення. Аналіз даних опитування мешканців м. Кременчук дозволив встановити спільні ознаки, властиві усім віковим групам: переважна більшість опитаних незалежно від статі стурбована екологічною ситуацією в місті.

Частково, це обумовлено тим, що Починаючи з 2016 року значно збільшилась кількість скарг, що надходять до Кременчуцької міської ради та її

виконавчого комітету стосовно забруднення атмосферного повітря підприємствами північного промислового вузла, зокрема, гострого неприємного запаху нафтопродуктів, сірководню та інших хімічних домішок у повітрі, погіршення стану здоров'я.

Оскільки доля викидів ТЕЦ впливає на формування занепокоєння мешканців міста, то підприємство має намір отримати можливі оптимальні режим спалювання комбінованого палива газ-мазут в умовах мінімального забруднення атмосферного повітря.

Мета роботи. Систематизувати результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери для різних напрямків вітру, які утворюються при використанні комбінованого палива газ-рідке (мазут), особливо напрямів, що направлені у мікрорайон Молодіжний й дати пропозиції для роботи котельного обладнання підприємства в режимі мінімального забруднення атмосфери.

Матеріал і результати досліджень.

Промайданчик № 1 ТОВ «КРЕМЕНЧУЦЬКА ТЕЦ» належить до першої групи підприємств, які відносяться до підприємств енергетики, на яких встановлені теплосилові установки, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт, згідно "Переліку

виробництв та технологічного устаткування, які підлягають до впровадження найкращих доступних технологій та методів керування".

ТОВ "КРЕМЕНЧУЦЬКА ТЕЦ" спеціалізується на виробництві електричної енергії, теплової енергії з мережною водою для опалення та гарячого водопостачання споживачів міста Кременчук, а також для потреб ПАТ «Укртатнафта»: теплової енергії у вигляді пари, зм'якшеної води і теплової енергії з мережною водою для опалення. Теплова енергія з мережною водою для споживачів м. Кременчук транспортується магістральними водяними тепловими мережами.

Джерелами утворення забруднюючих речовин на промайданчику №1 ТОВ "КРЕМЕНЧУЦЬКА ТЕЦ" являється технологічне обладнання, що розташоване на структурних підрозділах підприємства, під час роботи якого утворюються забруднюючі речовини. Основним джерелом утворення забруднюючих речовин на території промайданчика №1 підприємства є технологічне котельне обладнання котлотурбінного цеху. В приміщенні котлотурбінного цеху (КТЦ) встановлені: котли енергетичні ТГМ-84 4 шт., котел водогрійний ПТВМ-180, котел КВГМ-180 та 4 турбогенератори.

В якості палива для котлів використовуються природний газ та мазут. При використанні в якості палива природного газу утворюються забруднюючі речовини:

оксид вуглецю, оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту), метан, оксид діазоту, діоксид вуглецю, неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС), антропогенного походження, до яких належать суміш насичених вуглеводнів С₂-С₈ і суміш насичених і ненасичених вуглеводнів С₁-С₄.

При спаленні мазуту утворюються: оксид вуглецю, оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту), діоксид сірки, оксид діазоту, дво-окис вуглецю, метан, суспендовані тверді частки недиференційовані за складом, ва-надій та його сполуки (у перерахунку на п'ятиоксид ванадію) та НМЛОС.

Димові гази надходять в атмосферне повітря через димову трубу (джереловикидів №1.

Зростання долі мазуту у паливному балансі підприємства у зв'язку із зростанням цін на газ призведе до значного збільшення шкідливих викидів в атмосферу, насамперед діоксиду сірки, і зростанню техногенного впливу на навколишнє середовище.

Згідно переліку виробництв та технологічного устаткування, які підлягають до впровадження найкращих доступних технологій та методів керування, найкращі доступні технології та методи керування впроваджені на шести котлоагрегатах ТОВ «КРЕМЕНЧУЦЬКА ТЕЦ». Промайданчик спеціалізується на виробництві електричної та теплової енергії з мережною водою для опалення та гарячого водопостачання споживачів м. Кременчука, а також для потреб ПАТ «Укртатнафта»: теплової енергії у вигляді пари та зм'якшеної води і теплової енергії з мережною водою для опалення.

Проектна потужність:

- електрична - 255 МВт;

- тепла - 1175 Гкал/год.

Котлоагрегати використовуються для виготовлення пари тиском 140 атм. та температурою 545 °С, паропроductивність котлоагрегатів складає 420 т/годину.

Теплова потужність парових котлів ТГМ-84 № 1-4 становить 290 МВт кожний, котла ПТВМ-180 № 5 – 209 МВт, котла КВГМ-180 № 6 – 209 МВт. В якості палива для котлів використовується природний газ та мазут.

Розмір нормативної санітарно-захисної зони для підприємства, що являється джерелом забруднення атмосфери, встановлено відповідно до діючих санітарних норм його розміщення при підтвердженні достатності розмірів цієї зони за Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів, затверджених наказом МОЗ України від 19.06.1996р. №173. За результатами розрахунків розсіювання приземних концентрацій забруднюючих речовин, з урахуванням фонового забруднення, в районі діяльності

проммайданчика №1 підприємства визначено, що санітарні норми на межі СЗЗ розміром 1000м забезпечуються, розрахунковий розмір санітарно-захисної зони прийнятий - 1000 м.

Слід відзначити, що параметри викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від джерел викидів отримані на підставі Звіту з інвентаризації викидів забруднюючих речовин, виконаного ТОВ «НП«ЕКСПЕРТ ГРУП» у 2018р. та зареєстрованого в Мінприроди.

А усього за даними інвентаризації на проммайданчику№1 виявлено 199 джерел викидів забруднюючих речовин, в тому числі 196 стаціонарних джерел викидів, з них 173– організованих; 23 – неорганізованих. Від цих джерел викидів підприємства в атмосферне повітря надходять 40 забруднюючих речовин (з урахуванням парникових газів).

Для оцінки впливу викидів забруднюючих речовин стан забруднення атмосферного повітря в районі розташування проммайданчика підприємства та перевірки нормативного розміру СЗЗ проведено розрахунки розсіювання забруднюючих речовин. Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері проведено в координатній системі по програмі автоматизованого розрахунку концентрацій і розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері «ЕОЛ».

Раніше проведено дослідження атмосферного повітря в зоні впливу викидів підприємства для визначення

концентрацій наступних речовин: оксидів азоту, сірки діоксиду, оксиду вуглецю та речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом у шести точках. Відповідно до результатів розрахунків перевищень ГДК не визначено в жодній точці.

Для визначення приземних концентрацій на межі санітарно-захисної зони майданчика розрахунок розсіювання було виконано з розміром розрахункового прямокутника 7000x7000 м із кроком 250м по обох координатних вісях, що відповідає вимогам п.2.19;8.5.15ОНД-86 і дозволяє визначити вплив об'єкту на санітарно-захисну зону та на територію найближчої житлової забудови. При виконанні розрахунків було оновлено версію робочої програми ЕОЛ розробників.

При виконанні розрахунків визначалося максимальне теплове навантаження, що відповідає розрахунковій зимовій температурі зовнішнього повітря для міста Кременчука при умові використання різних комбінацій роботи котлів при спалюванні різного палива.

Висновки. Вперше зусиллями двох навчальних закладів Полтавщини вирішується складне завдання визначення оптимального складу викидів забруднюючих речовин, що утворюються при роботі котельного обладнання Кременчуцької ТЕЦ при спалюванні комбінованого палива газ мазут в умовах отримання мініального забруднення приземного шару атмосфери.

OPTIMIZATION OF EMISSIONS OF BOILERS OF HPP (HEAT POWER PLANT) IN FUEL MODE

Yurii Holik, Vladimir Shmandiy, Vladimir Baharev, Olena Harlamova, Oleksandra Cherednikova, Oleksandr Litvinenko, Oleg Vertepnuiy.

1 -Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University,

2- KremenchugOstrogradsky National University,

3-Kremenchug CHP.

24 Ave. Pershotravneviy, Poltava, 36011, Ukraine golik38@i.ua

On the basis of pollutant emissions and calculations of their dispersion in the surface layer of the atmosphere from the boiler equipment of the Kremenchug CHP in the modes of operation on combined fuel gas-oil, the mode of operation of the boiler equipment is determined.

Keywords: CHP emissions, pollutants, combined combustion, optimum combustion mode..

**ЗАСТОСУВАННЯ КАПСУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ –
ПЕРСПЕКТИВНИЙ ШЛЯХ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
АГРОЕКОСИСТЕМ**

**О.І. Мороз, д.т.н., проф., М.С.Мальований, д.т.н., проф., С.Д.Синельников,
І.С.Тимчук, к.с.-г.н., О.А.Нагурський, д.т.н., проф., І.М.Петрушка, д.т.н., проф.,
О.П.Шквірко**

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. С.Бандери 12, м. Львів, 79013, Україна. E-mail: mmal@lp.edu.ua

Проведений аналіз впливу мінеральних добрив на агроєкосистему. Показано що ефективним видом добрив, які дозволяють досягти високих врожаїв і одночасно значно зменшити навантаження на агроєкосистему є капсульовані добрива пролонгованої дії. Проведені балансні розрахунки з ціллю оцінки ступеня забруднення агроєкосистеми у випадку застосування гранульованих та капсульованих добрив. Показано, що у випадку використання капсульованих добрив замість гранульованих, забруднення довкілля залишковими, незасвоєними рослинами елементами живлення мінеральних добрив зменшується майже в 4 рази. Польовими дослідженнями доведено, що ефективність дії капсульованих добрив у порівнянні із гранульованими за умов меншої витрати мінерального добрива вища на (30 – 50)%.

Ключові слова: капсульовані мінеральні добрива, агроєкосистема, забруднення довкілля, пролонгована дія.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Внаслідок антропогенного впливу на природні екосистеми деградація довкілля України набуває масштабів, які призводять до втрати стійкості екосистем і унеможливають збалансований розвиток держави [1, 2]. Глобальні масштаби змін у навколишньому природному середовищі створюють загрозу життю та здоров'ю громадян України. Тому, якщо за інтегральний показник негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище прийняти здоров'я населення, то об'єктивні статистичні медичні дані свідчать про дедалі зростаючий вплив екологічних чинників на фізичний потенціал нашого суспільства [3].

Погіршення стану довкілля головним чином зумовлене: застарілими технологіями виробництва, несучасним та зношеним обладнанням, високою енергомісткістю та матеріаломісткістю, які у два - три рази перевищують відповідні показники розвинутих країн; високим рівнем концентрації промислових об'єктів; несприятливою структурою промислового виробництва із високою концентрацією екологічно небезпечних виробництв; відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водозабезпечення тощо), низьким рівнем

експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів; відсутністю належного правового та економічного механізмів, які б стимулювали розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем; відсутністю належного контролю за охороною довкілля [4, 5]. Зазначені чинники, а також низький рівень екологічної свідомості суспільства призвели до надмірного забруднення поверхневих та підземних вод, повітря і земель, нагромадження у дуже великих кількостях шкідливих, у тому числі високотоксичних відходів виробництва [6, 7].

Однією із складових, яка може мати негативний вплив на агроєкосистему, є мінеральні добрива. З огляду на це, в екологічній літературі сформульовані основні теоретичні положення екологічної та економічної ефективності використання мінеральних добрив та засобів хімічного захисту рослин у сільському господарстві, що є основними чинниками забруднення ґрунтів хімічними речовинами, у тому числі важкими металами.

Поняття "вплив мінеральних добрив на агроєкосистему" традиційно інтерпретується як дуалістичне, яке включає з однієї сторони покращання якісних показників та врожайності

сільськогосподарської продукції, а з іншої – охорону та збереження природного середовища від застосування агрохімікатів. В цілому, це поняття є специфічним і не має однозначного його трактування, що розкривало б повне розуміння суті та змісту. Разом з тим, проблема впливу мінеральних добрив на агроекосистему є достатньо складною та багатогранною, вона виникла в останні десятиліття розвитку людства. Наукове обґрунтування поняття "вплив мінеральних добрив на агроекосистему" важливе як у теоретичному, так і в практичному значенні, оскільки воно з однієї сторони пов'язане із допустимим рівнем антропогенної дії на земельні та природні ресурси, а з іншої – із роллю конкретного фактора цього впливу.

Негативний вплив мінеральних добрив на агроекосистему можна поділити на: глобальний, що охоплює всю планету; національний, що стосується окремо взятих держав; регіональний, що має відношення до тих чи інших регіонів цих держав; локальний, що торкається окремих місцевостей. В загальному ж, сільськогосподарське виробництво перетворилось у складний комплекс антропогенних впливів на агроекосистему. Для мінімізації негативного впливу мінеральних добрив на агроекосистему доцільно, на нашу думку, дослідити екологічно небезпечні процеси в умовах інтенсивного використання мінеральних добрив, обґрунтувати основні напрями управлінської діяльності щодо мінімізації негативного впливу добрив, розробити напрями удосконалення економічного механізму регулювання використання мінеральних добрив, застосовувати економічно обґрунтовані норми внесення мінеральних добрив, розробляти і впроваджувати нові технології внесення добрив та нові форми добрив, що з однієї сторони дозволило б досягти високих врожаїв та якісної сільськогосподарської продукції, а з іншої – мінімізували негативний вплив залишкових добрив на агроекосистему. Гадаємо, такою новою перспективною формою добрив є добрива пролонгованої дії, що досягається

капсулюванням традиційних гранульованих добрив водопроникною оболонкою (капсулою).

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Згідно даних [8] середнє значення відсотків корисного використання (як елементів живлення) різних видів добрив у агроекосистемах складає:

- для азотних добрив – 50 – 60 %;
- для фосфорних добрив – 75 – 90 %;
- для калійних добрив – 60 – 80 %.

З ціллю встановлення балансових співвідношень використання різних видів мінеральних добрив в агроекосистемах для розрахунків нами приймалися втрати, що складають половини приведених у [8] інтервалів, а саме: азотних добрив – 45 %, фосфорних – 17,5 %, калійних – 30 %). Із позицій негативного впливу на агроекосистему найбільш небезпечними є азотні добрива. Із цих добрив азот стає складовою ґрунтового колообігу. Невикористані як елементи живлення надлишкові азотні добрива розподіляються так [8]:

- 50 % входять в склад ґрунтової органічної субстанції;
- 50 % втрачаються як проміжні сполуки в результаті реалізації процесів амоніфікації та денітрифікації.

Як результат реалізації процесів амоніфікації та денітрифікації є утворення газоподібних сполук азоту NO_x та NH_3 . Ці сполуки дифундують із ґрунтового покриву в атмосферу. Одночасно в ґрунтовому покриві утворюється водорозчинний іон NO_3^- , який дифундує в глибину цього покриву або вимивається із ґрунтовими водами в гідросферу. Частина цих сполук також потрапляє у атмосферу в вигляді оксидів азоту (що належать до газів, які спричиняють парниковий ефект) внаслідок реалізації процесів денітрифікації. Тому із врахуванням масштабів використання азотних добрив в світовому масштабі, вклад їх в зміну клімату планети Земля є значним. За даними [9] кількість виділеного у атмосферу азоту складає 92×10^6 тон у рік, що еквівалентно 60% азоту, зв'язаного біологічно. Виходячи із цього з позицій захисту довкілля найбільш перспективним є гранулювання саме азотних добрив, що

значно зменшує ступінь їх розкладу та забруднення навколишнього природного середовища. Якщо ж розглядати комплексні добрива (всі дослідження проводились із використанням як базового добрива нітроамофоски), то таким чином досягається і значна ступінь збереження ще й інших елементів живлення (фосфору та калію), адже в процесі розкладу азотної складової ці складові комплексного добрива диспергуються. А це в свою чергу збільшує ризик вимивання їх в суспендованому чи розчиненому стані в гідросферу.

Існуюча інформація дослідників застосування капсульованих добрив у

агроекосистемах не дає однозначної відповіді щодо кількісних показників зменшення забруднення довкілля в результаті застосування капсульованих мінеральних добрив. Дослідником G. Yigal [10] оцінено зменшення втрат у довкілля із капсульованих добрив (КД) в порівнянні із гранульованими (ГД) на (25 – 50)% в перерахунку на діючу речовину.

Нами проведено балансові розрахунки ступеня внесення, засвоєння рослинами та втратами в агроекосистему елементів живлення із гранульованих та капсульованих мінеральних добрив, результати розрахунків приведено на рис.1.

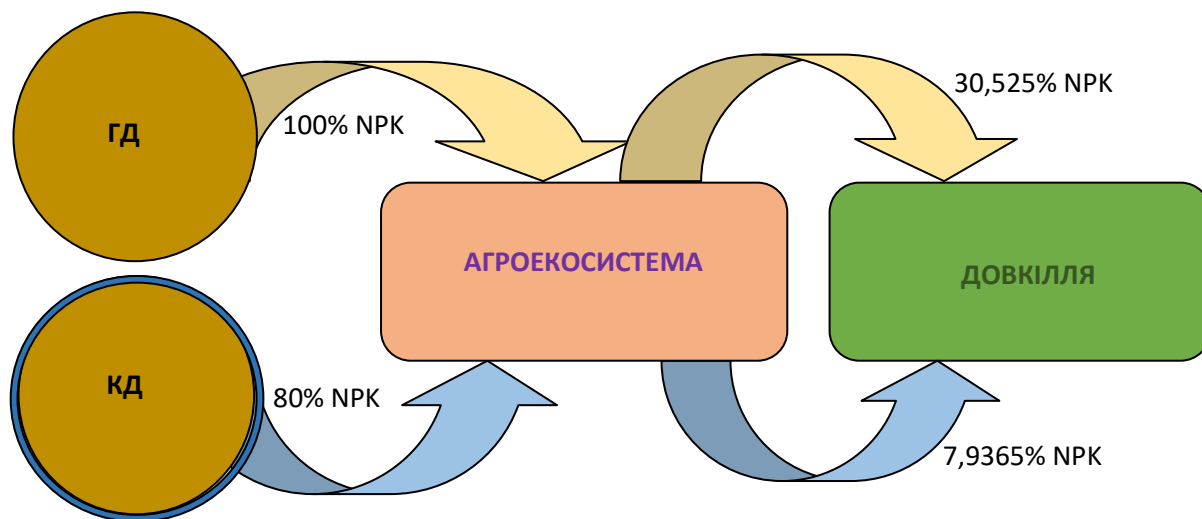


Рис.1. Балансова схема впливу різних видів добрив на довкілля.

Як видно із проведених розрахунків, у випадку використання капсульованих добрив замість гранульованих, забруднення довкілля залишковими, незасвоєними рослинами добривами зменшується майже в 4 рази. Польовими дослідженнями доведено, що ефективність дії капсульованих добрив у порівнянні із гранульованими за умов меншої витрати мінерального добрива вища на (30 – 50)%.

ВИСНОВКИ. В результаті проведеного аналізу впливу мінеральних добрив на агроекосистему встановлено, що капсульовані добрива пролонгованої дії є ефективним видом добрив, які дозволяють досягти високих врожаїв і одночасно значно зменшити навантаження на агроекосистему. Результати балансових розрахунків засвідчили, що у випадку використання

капсульованих добрив замість гранульованих, забруднення довкілля залишковими, незасвоєними рослинами елементами живлення мінеральних добрив зменшується майже в 4 рази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маркин Б.М., Наумова Л.Г. Популярный экологический словарь. Москва, 1999, 304 с.
2. Вступ до медичної геології. Т.1 / Рудько Г.І. та ін.; за ред. Г.І.Рудька. Київ, 2010. 736 с.
3. Звinyацковський Я.М, Бердник О.В. Факторы риска и здоровье населения, проживающего в различных условиях окружающей среды. Довкілля та здоров'я. 2000. №1. С.8 – 11.

4. Карачка В. Змішані комплексні добрива: стан, проблеми і перспективи. *АгроПерспектива*. 2006. №2. С.56-58.

5. Василенко С.Л. Экологическая безопасность водоснабжения. Харків, 2006. 320с.

6. Суматохіна І.М., Дук Н.М., Шевченко О.А. Глобальна екологічна криза. Сценарії майбутнього людства. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. №1. С.24-26.

7. Гиренок Ф. И. Экология. Цивилизация. Ноосфера. Москва, 1987. 182 с.

8. Городній М.М., Шикуча М.К. *Агроекологія*. Київ, 1993. 347 с.

9. Mengel K. Impacts of intensive plant nutrient management on crop production and environment. K. Mengel Congress of Soil Science: Materials 14-th International Congress 12 - 18 August 1990. Stuttgart, 1990. P. 89-93.

10. Yigal G., Zukerman How to boost nitrogen use efficiency. *International journal of fertility and menopausal studies*. 2004. № 400. P.147-151.

11. Сеги Й. Методы почвенной микробиологии. Москва, 1983. 296 с.

ENCAPSULATED FERTILIZER APPLICATION - A PROMISING WAY SESSIONS ECOLOGICAL SAFETY OF AGRO-ECOSYSTEMS

O. Moroz, M. Malovanyu, S. Synelnikov, I. Tymchuk, O. Nahurskyu, I. Petrushka, O. Shkvirko
Lviv Polytechnic National University,

Stepan Bandera street, 12, Lviv, 79013 Ukraine, E-mail: mmal@lp.edu.ua

The influence of fertilizers on the agroecosystem has been analyzed. It is shown that the effective type of fertilizers that allow to reach high yields and at the same time to significantly reduce the load on the agroecosystem are encapsulated fertilizers of prolonged action. Balance calculations were performed to assess the degree of contamination of the agroecosystem in the case of granular and encapsulated fertilizers. It has been shown that in the case of capsule-fertilized fertilizers instead of granulated fertilizers, the pollution of the residual, undeveloped plants by the fertilizer nutrients is reduced by almost 4 times. Field studies have shown that the efficiency of encapsulated fertilizers is higher by (30 - 50) % compared to granular fertilizers with lower consumption of mineral fertilizers.

Key words: encapsulated fertilizers, agroecosystem, environmental pollution, prolonged action.

REFERENCES

1. Markin B.M., Naumova L.G. (1999), *Populyarniy ekologicheskiy slovar*, Moscow, 304 p. (in Russian).

2. Rudko G.I. (2010), *Vstup do medychnoi heolohii*, 2010. (Eds. Rudko G.I., Adamenko O.M.). Kyiv: Vydavnytstvo «Akadempres», vol. 1, 736 p. (in Ukrainian).

3. Zvinyatskovskiy Ya.M, Berdnik O.V. (2000), *Faktoryi riska i zdorove naseleniya, pro-zhivayuschego v razlichnykh usloviyah okru-zhayuschey sredy, Dovkillia ta zdorovia*, no. 1. pp.8-11. (in Russian).

4. Karachka V. (2006), *Zmishani kompleksni dobryva: stan, problemy i perspektyvy*. *AhroPerspektyva*, no. 2. pp. 56-58. (in Ukrainian).

5. Vasylenko S.L. (2006), *Ekologicheskaya bezopasnost vodosnabzheniya*, Kharkiv, 320 p. (in Russian).

6. Sumatokhina I.M., Duk N.M., Shevchenko O.A. (2008), *Hlobalna*

ekolohichna kryza. Stsenarii maibutnoho liudstva. Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti. no. 1. pp. 24-26. (in Ukrainian).

7. Girenok F. I. (1987), *Ekologiya. Tsivilizatsiya. Noosfera*. Moskva, 182p. (in Russian).

8. Horodnii M.M., Shykula M.K. (1993) *Ahroekolohiia*. Kyiv, 347 p. (in Ukrainian).

9. Mengel K. (1990), *Impacts of intensive plant nutrient management on crop production and environment*. Congress of Soil Science: Materials 14-th International Congress 12 - 18 August 1990. Stuttgart, pp. 89-93.

10. Yigal G. (2004), Zukerman How to boost nitrogen use efficiency. *International journal of fertility and menopausal studies*, no. 400. pp.147-151.

11. Segi Y. (1983), *Metodyi pochvennoy mikrobiologii*. Moskva, 296 p. (in Russian).

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОНАННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ НАЦІОНАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ ДО 2030 РОКУ.

Внукова Н.В. д.т.н., професор кафедри екології

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Ярослава Мудрого, 25, м.Харків, 61002, Україна. E-mail: vnukovanv@ukr.net

Ключові слова: авторециклінг, автомобіль, утилізація, відходи.

Розроблення плану заходів щодо проведення загальнодержавної кампанії з питань управління відходами передбачає три етапи реалізації напрямів роботи у науково-освітніх центрах. Першим кроком роботи вищевказаного центру повинна бути розробка Державної системи безпеки і безпеки життєдіяльності та розробка методичної бази для забезпечення якісної підготовки фахівців-екологів. Другий етап реалізації цієї Стратегії передбачає впровадження положень нормативно-правових актів щодо урахування ціни багаторазового використання природних ресурсів. Третій етап Стратегії передбачає здійснення загальних заходів щодо модернізації матеріально-технічної бази суб'єктів господарювання з багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів. Показано, що в нашій країні є всі передумови для виконання всіх основних етапів Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року.

Розроблення плану заходів щодо проведення загальнодержавної кампанії з питань управління відходами (багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів) є ціллю, яку задекларовано у Національній Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року. Стратегія визначає загальні заходи у сфері управління відходами у цілому та спеціальні заходи у сфері управління окремими видами відходів. Вона передбачає три етапи реалізації напрямів роботи.

На першому етапі реалізації цієї Стратегії передбачається здійснення таких загальних заходів щодо: утворення Координаційної ради з питань реалізації цієї Стратегії, утворення при Мінприроди робочої групи, розроблення відповідних законопроектів та технічних регламентів з питань поводження з відходами; удосконалення нормативно-правової бази з питань організації роздільного збирання усіх відходів та їх перероблення і утилізації; прийняття необхідних рішень щодо утворення єдиного центру із забезпечення виконання міжнародних конвенцій, що регулюють питання поводження з небезпечними відходами та речовинами та утворення міжвідомчої

координаційної ради з науково-дослідних робіт з багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів при Національній академії наук; розроблення типового проекту навчального плану з багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів, орієнтованого на впровадження якісних змін у цій сфері та опрацювання питання щодо можливості його використання у вищих навчальних закладах, що здійснюють підготовку фахівців з екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності; проведення наукового дослідження для визначення потреби до 2030 року у фахівцях з екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності; розроблення плану заходів щодо проведення загальнодержавної кампанії з питань управління відходами (багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів). [7]

Другий етап реалізації цієї Стратегії передбачає здійснення таких загальних заходів як: впровадження положень нормативно-правових актів щодо урахування ціни багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів у ціні вартості товарів та продукції; нормування

та сертифікації технологій виробництва продукції, відходи якої придатні до перероблення і утилізації; розроблення положення про електронну інформаційну логістичну схему видобутку та використання природних ресурсів та поводження з відходами; розроблення положення про Національний реєстр об'єктів утворення, здійснення операцій у сфері поводження з відходами, найкращих доступних технологій поводження з відходами; розроблення положення про інформаційну систему надання звітності суб'єктами господарювання щодо діяльності у сфері поводження з відходами; розроблення альтернативної класифікації відходів на основі їх властивостей, якісних та кількісних показників; розроблення організаційно-методологічних та техніко-технологічних засад для створення державного реєстру відходів та вторинних ресурсів, що утворюються та накопичені в Україні, на основі їх альтернативної класифікації за властивостями, якісними та кількісними показниками; формування пропозицій щодо створення технічного комітету стандартизації з питань управління відходами та ресурсами; запровадження механізму державної грантової підтримки комплексних міжвідомчих наукових досліджень з актуальної проблематики управління відходами та ресурсами; розроблення освітніх стандартів та освітньо-професійних програм відповідно до міжнародних вимог до підготовки фахівців з управління відходами та ресурсами; створення мережі закладів, що здійснюють підвищення кваліфікації спеціалістів з поводження з відходами, у тому числі на регіональному рівні; розроблення та удосконалення програм підвищення кваліфікації фахівців у сфері управління відходами та ресурсами; здійснення заходів щодо проведення загальнодержавної кампанії з питань управління відходами (багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів); розроблення методичних рекомендацій з управління відходами для центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів

місцевого самоврядування, суб'єктів господарювання, громадськості тощо; підвищення рівня поінформованості заінтересованих сторін шляхом проведення інформаційно-просвітницьких кампаній, виконання програм інформування громадськості та консультаційних заходів з метою роз'яснення вимог законодавства щодо управління відходами, усвідомлення переваг мінімізації обсягів утворення відходів, забезпечення екологічно безпечного поводження та впровадження належної практики управління відходами. [2]

Заключний третій етап Стратегії передбачає здійснення таких загальних заходів щодо модернізації матеріально-технічної бази суб'єктів господарювання з багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів; інформатизація галузей поводження з природними ресурсами та відходами з реалізацією проекту єдиного універсального веб-порталу інформаційних ресурсів з багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів; забезпечення функціонування: електронної інформаційної логістичної схеми поводження з природними ресурсами (їх вилучення, отримання з них корисної продукції, утворення відходів, які переробляються і утилізуються); національного реєстру джерел утворення відходів, потужностей у сфері поводження з відходами із застосуванням найкращих доступних технологій; інформаційної системи надання електронної звітності суб'єктами господарювання, які провадять діяльність у сфері поводження з відходами; державного реєстру відходів та вторинних ресурсів, що утворюються та накопичені в Україні. [1]

Для створення ефективної Системи управління відходами державного рівня необхідним є розроблення репрезентативних *маркерів* (критеріїв) зворотних зв'язків задля своєчасного коригування роботи системи. Реалізація є можливою на етапі розроблення проекту Національного плану управління

відходами при створенні робочої групи за участю представників Мінприроди, Мінекономрозвитку, Мінфіну, Мінрегіону, Мінагрополітики, Мінсоцполітики, Міноборони, МВС, МОН, інших центральних органів виконавчої влади, провідних учених Національної академії наук, громадських об'єднань. [3]

Такими маркерами можуть бути Критерії оцінки ефективності заходів впровадження положень Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року. Необхідність розробки Державної системи таких репрезентативних критеріїв - це самий важливий перший крок початку впровадження основних положень Стратегії. Розробку таких критеріїв доцільно доручити відповідним профільним науковим центрам за напрямками.

Аналіз заходів впровадження першого етапу Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року виявив потребу утворення в складі робочої групи при Мінприроди (діє представництво Національної Комісії в справах ЮНЕСКО в Україні) на базі МОН (діє представництво Національної Комісії в справах ЮНЕСКО в Україні) за участю Координаційної Ради програми ЮНІТВИН в Україні **міжгалузевого науково-освітнього центру** з питань виконання задач підготовки фахівців з екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності. Першим кроком роботи науково-освітнього центру повинна бути розробка Державної системи моніторингу потреби у фахівцях з екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності та розробка методичної бази для забезпечення якісної підготовки фахівців (розроблення освітніх стандартів та освітньо-професійних програм відповідно до міжнародних вимог до підготовки фахівців з управління відходами та ресурсами). У якості базових можуть бути центри, які створені та функціонують в Україні за допомогою міжнародних організацій. Враховуючи, що питання поводження з відходами входить до Цілей Сталого Розвитку, запропонованих ЮНЕСКО, логічним є

функціонування **міжгалузевого науково-освітнього центру** з питань моніторингу, розробки методичної бази для забезпечення якісної підготовки фахівців задля Цілей Сталого розвитку відповідно (розроблення освітніх стандартів та освітньо-професійних програм відповідно до міжнародних вимог до підготовки фахівців з управління відходами та ресурсами) на базі відповідної кафедри ЮНЕСКО Національної Комісії в справах ЮНЕСКО в Україні.

Таким чином, буде вирішено декілька важливих питань для держави:

1. Наявність механізмів міжнародної співучасті у реалізації планів щодо положень Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року.

2. Можливість запровадження механізму державної грантової підтримки комплексних міжвідомчих наукових досліджень з актуальної проблематики управління відходами та ресурсами через міжнародні організації.

3. Розроблення освітніх стандартів та освітньо-професійних програм відповідно до міжнародних вимог до підготовки фахівців з управління відходами та ресурсами.

4. Створення мережі закладів, що здійснюють підвищення кваліфікації спеціалістів з поводження з відходами, у тому числі на регіональному рівні.

5. Розроблення та удосконалення програм підвищення кваліфікації фахівців у сфері управління відходами та ресурсами.

6. здійснення заходів щодо проведення загальнодержавної кампанії з питань управління відходами (багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів).

7. Розроблення методичних рекомендацій з управління відходами для центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, суб'єктів господарювання, громадськості тощо.

8. Можливість висвітлення рішення проблем поводження з відходами в Україні на міжнародному рівні через механізм

роботи Національної Комісії в справах ЮНЕСКО в Україні шляхом звітності підрозділів ЮНЕСКО в Україні, що значно зможе покращити імідж держави як рівноправного партнера в питаннях здійснення Стратегічних Цілей сталого розвитку ООН.

9. Підвищення рівня поінформованості заінтересованих сторін шляхом проведення інформаційно-просвітницьких кампаній, виконання програм інформування громадськості та консультаційних заходів з метою роз'яснення вимог законодавства щодо управління відходами, усвідомлення переваг мінімізації обсягів утворення відходів, забезпечення екологічно безпечного поведіння та впровадження належної практики управління відходами.

Пропонуємо з можливістю подальшого забезпечення реалізації Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року для ефективної роботи робочої групи при Мінприроди за участю представників Мінприроди, Мінекономрозвитку, Мінфіну, Мінрегіону, Мінагрополітики, Мінсоцполітики, Міноборони, МВС, МОН, інших центральних органів виконавчої влади, провідних учених Національної академії наук, громадських об'єднань для розроблення проекту Національного плану управління відходами підтримати пропозицію створити **міжгалузевий науково-освітній центр**.

Вдосконалення напрямів діяльності етапів Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року передбачає також необхідність серйозної уваги до питань авторециклінгу в Україні.

Авторециклінг (AR) - це утилізація нестарих і старих автомобілів; повторне використання отриманих при утилізації автомобілів компонентів і відходів в якості сировини для промисловості. Авторециклінг має наступні аспекти: екологічний, коли зменшується споживання невідновлених природних ресурсів і джерел енергії за рахунок вторинного використання автомобільних компонентів; економічний, коли знижується собівартість виготовлення АК

за рахунок переробки або вторинного використання; соціальний, який дозволяє очистити вулиці міст і звалища від «залізних трутів на колесах».[5] Таким чином, чим більше матеріалів використовується вторинно, тим краще вирішується завдання утилізації. Слід зазначити, що згідно з світовою статистикою, автомобільні відходи складають тільки близько 2% загальної кількості всіх відходів. Світовий парк легкових автомобілів в даний час складає понад 600 млн. одиниць.

Абсолютно безвідходної системи утилізації автомобілів в наш час немає. І це незважаючи на те, що за останні 10 - 15 років в більшості промислово розвинених країн організовані і підкоряються досить жорстким законам і правилам системи збору та вторинної переробки автомобільних компонентів.

Представники урядів ряду європейських країн на з'їзді в Женеві 20 березня 1958р підписали «Угоду про прийняття єдиних умов офіційного затвердження і про взаємне визнання офіційного затвердження предметів обладнання та частин механічних транспортних засобів», в рамках якого було створено орган технічного співробітництва для розробки єдиних міжнародних правил, що стосуються конструкції транспортних коштів та їх частин. Це є робоча група по конструкції транспортних засобів Комітету з внутрішнього транспорту Європейської екологічної комісії ООН (КВТ ЄЕК ООН). У роботі Групи, наради якої проходять в Женеві три рази в рік, приймають участь практично всі європейські держави, представники Європейського економічного співтовариства (ЄЕС), а також з правом участі в обговоренні неурядові міжнародні організації, діяльність яких пов'язана з виробництвом або експлуатацією транспортних засобів. Європейською Комісією розроблені проекти законів «Введення документів про переробку» і «Визначення мінімальних критеріїв для переробника автомобілів / Директива про закінчення життєвого циклу», за якими передбачено, що при утилізації автомобілів, починаючи з 2015р.

мінімум 85% ваги повинен давати АР, тільки 10% можуть бути термічно перероблені (перетворені в енергію) і всього 5% можуть бути поховані.[8]

Таким чином, аналіз показав, що в Україні є усі передпосилання для виконання всіх основних етапів Національної Стратегії управління відходами в Україні до 2030 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: Розпорядження від 8 листопада 2017 р. № 820-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p#n8> (дата звернення: 23.09.2019).

2. Директива Ради 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 року про захоронення відходів / М-во екології та природних ресурсів України. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/1999%2031%20EC.pdf> (дата звернення: 23.09.2019).

3. Директива Європейського Парламенту та Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування деяких Директив / М-во

екології та природних ресурсів України. URL:

<https://menr.gov.ua/files/docs/2008%2098%20EC.pdf> (дата звернення: 23.09.2019).

4. Директива № 94/62/ЄС Європейського Парламенту і Ради про упаковку і відходи від упаковки: Законодавство України. URL: https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_b05 (дата звернення: 23.09.2019).

5. Процессы и аппараты регенерации и переработки полимерных отходов: уч. пособ. / Н. П. Горох и д. Харьков, 2016. 328 с.

6. Екологізація технологій регенерування та утилізації відходів: навч. посіб. / І. В. Корінько та ін. Харків, 2015. 492 с.

7. Екологічна безпека: підручник / В. М. Шмандій та ін. Херсон, 2013. 366 с.

8. Н.Н. Митрохин, А.П. Павлов Утилизация и рециклинг автомобилей: учеб. пособие. Москва, 2015. 120 с.

Developing a plan of activities for conducting a nationwide campaign on waste management involves three stages of implementation of the directions of work in scientific and educational centers. The first step of the work of the above-mentioned center should be the development of the State system of safety and security of life and development of a methodological base for ensuring the qualitative training of environmental specialists. The second stage of implementation of this Strategy envisages the introduction of provisions of legal acts on the consideration of the cost of reuse of natural resources. The third stage of the Strategy envisages the implementation of general measures to modernize the material and technical base of economic entities for the reuse of natural resources and the processing and disposal of waste. It is shown that our country has all the prerequisites for fulfilling all the main stages of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030.

REFERENCES

1. On approval of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030: Order No. 820-r of November 8, 2017 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p#n8> (accessed on: 09/23/2019).

2. Council Directive 1999/31 / EC of 26 April 1999 on the disposal of waste / M-ecology and natural resources of Ukraine. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/1999%2031%20EC.pdf> (accessed: 09/23/2019).

3. Directive 2008/98 / EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on the waste and repeal of certain Directives / M-ecology and Natural Resources of Ukraine. URL: <https://menr.gov.ua/files/docs/2008%2098%20EU.pdf> (accessed: 09/23/2019).

4. Directive No 94/62 / EC of the European Parliament and of the Council on packaging and packaging waste: Legislation of Ukraine. URL:

https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_b05 (accessed: 09/23/2019).

5. Processes and apparatus of polymer waste recovery and processing: uch. help / NP Gorokh et al. Kharkov, 2016. 328 p.

6. Greening of waste recovery and recycling technologies: textbook. tool. / IV Korinko and others. Kharkiv, 2015. 492 p.

7. Environmental safety: a textbook / VM Shmandiy et al. Kherson, 2013. 366 p.

8. N.N. Mitrokhin, A.P. Pavlov Recycling and recycling of cars: textbook. allowance. Moscow, 2015. 120 p.

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДЗЗ ТА ГІС ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ЗАТОПЛЕННЯ ШАХТ СОЛОТВИНО НА ВОДНІ РЕСУРСИ.

Аннілова Є.С., к.т.н., с.н.с., Трофимчук О. М., член-кор. НАНУ, д.т.н., Яковлев Є.О., д.т.н.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Солотвинський рудник кам'яної солі, розташований у Тячівському районі Закарпатської області, якій є ділянкою правобережного водозбору транскордонної р. Тиси. Упродовж активної експлуатації Солотвинського родовища в межах соляного штоку були збудовані та припинили своє існування, внаслідок затоплення, до 9 шахт. Шахтні поля родовища розташовані в межах перших надзаплавних терас, що сприяє розвитку водоносних горизонтів і прояву повеневих процесів, які ускладнюють гірничо-геологічні і еколого-геологічні умови вскриття, розробки і зняття з експлуатації шахт (Рис.1).

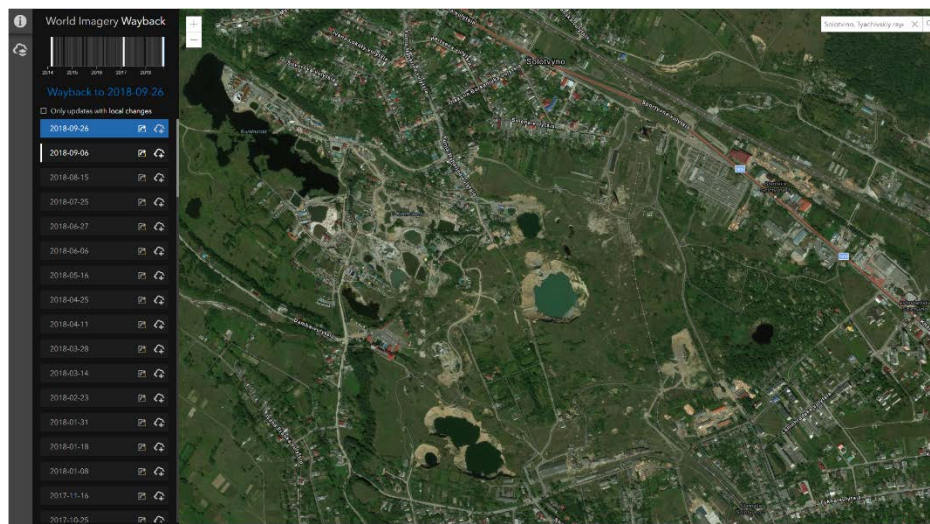


Рис. 1. Дані космічної зйомки території Солотвинського родовища станом на 26 вересня 2018 року (Джерело: <https://livingatlas.arcgis.com/wayback/>).

Ріка Тиса та гідрологічно пов'язані з нею місцеві водотоки (потічки Ізвор, Глод, Млин), створюють провідну дренуючу систему для поверхневого і підземного стоку, якій в останні десятиріччя є суттєво уповільненим в межах зон впливу карстово-провальних лійок та ділянок осідань денної поверхні над гірничими виробками затоплених шахт.

В цілому різке збільшення притоку прісних підземних вод та пов'язаний з цим активний розвиток техногенного карсту зумовили формування руйнівних деформацій денної поверхні та порід підгрунтя житлових і промислових будівель, шляхів, водопровідно-каналізаційних мереж селища Солотвино.

Активізація деформаційного поля техногенно-порушеної частини соляного штоку відбувається у напрямках Солотвинської агломерації та зсувного схилу г. Магура.

Авторами досліджено деформаційне поле, та встановлено його вплив на зміну екологічного стану річкового басейну річки Тиси, через яку проходить транзитний стік, відповідно, наслідки щодо зміни хімічного складу басейну матимуть транскордонний характер.

Використовуючи дані космічного моніторингу (інтерферометрії), польового магнітно-електричного обстеження та моделювання у ГІС, авторами було досліджено та проведено аналіз просторово-часової структури та балансу осідань денної поверхні (Рис.2). Отримані розрахунки демонструють динаміку збільшення карстової воронки, що відбувається в режимі площинно-радіального розвитку пружно-пластичних та пластично-текучих деформацій центральної частини соляного штоку, що пов'язана з найбільшим карстовим провалом у зоні гідро-геодеформаційного впливу шахти № 7 (Рис.2).

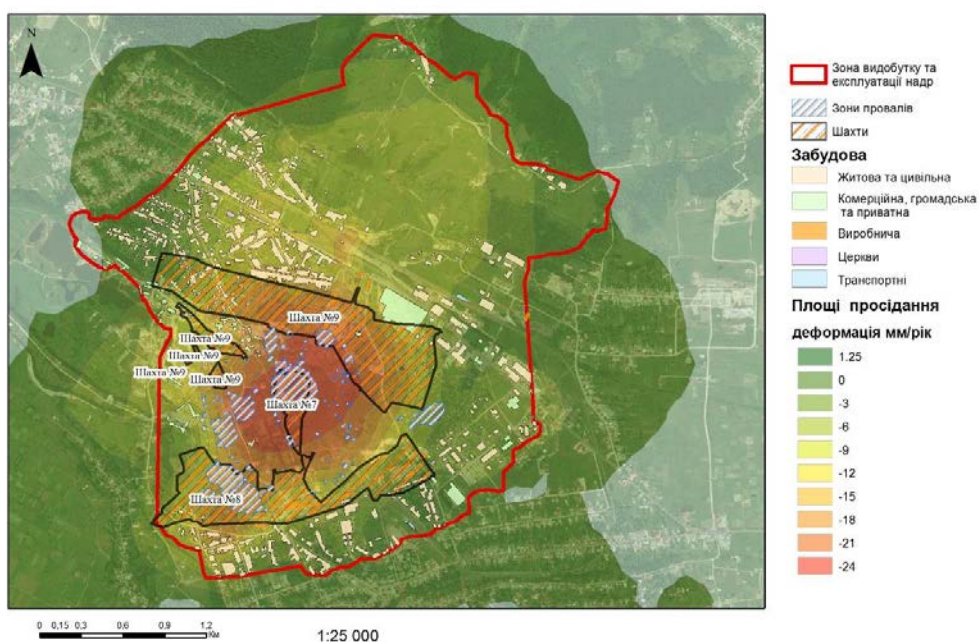


Рис. 2. Карта розвитку деформації денної поверхні шахтних полів Солотвинської агломерації

За результатами моделювання, отримано закономірну залежність, що має лінійний характер та демонструє закономірний зв'язок між вертикальною (осідання) та горизонтальною (площа інтервалу осідань) деформаціями денної поверхні шахтного поля (Рис. 3), що дозволяє удосконалити просторово-часовий прогноз їх розвитку .

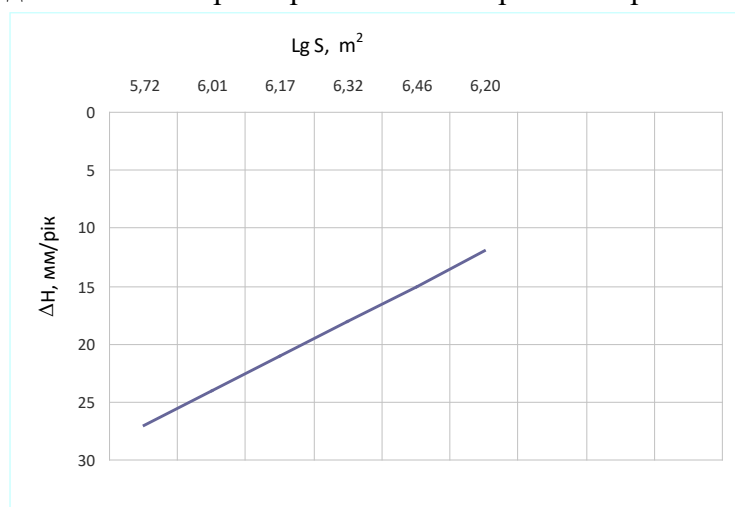


Рис. 3. Плоско-радіальний розвиток карстової деформації денної поверхні зони впливу поля шахти №7

Встановлено, що розвиток пластифікації і деформацій північної приконтатної зони соляного штоку, а саме деформаційне поле шахти №9, може призвести до формування мезазувного тіла на схиловому комплексі г. Магура. Крім того, практична відсутність системного моніторингу розповсюдження карстово-провальних процесів, осадкових деформацій денної поверхні та руху мінералізованих підземних вод у долині р. Тиса, створює серйозну загрозу з можливими негативними наслідками для населення, об'єктів критичної інфраструктури та навколишнього середовища транскордонного рівня.

ВПЛИВ ВУГЛЕВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА РІВЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕХНОЕКОСИСТЕМ ДОНБАСУ

Луньова О.В. к.т.н., доц., Єрмаков В.М. д.т.н., доц.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ

вул. Митрополита Василя Липківського, 35, м. Київ-35, 03035 Україна. E-mail: lunovaov@ukr.net

Вступ. Робота виконана відповідно до цілі 4 «Зниження екологічних ризиків з метою мінімізації їх впливу на екосистеми...» Закону України «Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року», основним завданням якої є розв'язання екологічних проблем, відновлення та збереження навколишнього природного середовища Донбасу, запровадження управління екологічним ризиком на основі його моделювання в режимі реального часу із залученням новітніх інформаційних технологій з метою захисту природних екосистем.

Довготривале інтенсивне використання ресурсів надр вугільних басейнів України призвело до істотних екологічних змін навколишнього середовища. Головними чинниками негативного впливу є: надзвичайно висока концентрація гірничодобувних підприємств та високий рівень виробленості переважної більшості вугільних родовищ. Масове закриття вугільних шахт та руйнація об'єктів інфраструктури, яка посилилась за останні п'ять років у зв'язку з військовими діями суттєво порушило екологічну рівновагу техноекосистем (TES), що призвело до небезпечних змін стану довкілля Донбасу.

Мета роботи – розроблення науково-методологічних основ оцінки екологічних ризиків з метою мінімізації їх впливу на TES та підвищення рівня екологічної безпеки порушених вугледобувними підприємствами територій.

Матеріал і результати досліджень. Техноекосистема гірничодобувного виробництва є складною природно-техногенною системою, що містить, як правило, ряд джерел антропогенного впливу на навколишнє середовище. Цей вплив є об'єктом декількох видів моніторингу: земель, поверхневих водних об'єктів, атмосфери, ґрунтів, рослинності. Найважливіша відмінність техноекосистеми від природного середовища полягає в тому, що техноекосистема є керованою (кібернетичною) системою.

В рамках НДР «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення» проведено ідентифікацію екологічних загроз та їх територіальну структуру, як підґрунтя формування екологічної небезпеки в умовах збройного конфлікту. Виконано аналіз методів оцінки ризиків природного, техногенного та загроз воєнно-техногенного походження. В формуванні ідентифікації екологічних загроз взяли участь 50 шахт за даними на 2018 рік [1, 2].

Завдання моніторингу гірничодобувних техноекосистем у процесі їх переходу до еколого-збалансованого функціонування повинні охоплювати два найважливіші напрямки:

- моніторинг природної компоненти техноекосистеми, що включає спостереження за станом природного середовища (який об'єднує як біотичні компоненти, так і фактори природного абіотичного середовища, що визначають їх існування) і природними явищами, що відбуваються в ньому, а також оцінку і прогноз його стану;

- моніторинг техногенної компоненти техноекосистеми, в першу чергу – в напрямку оцінки чинників техногенного походження, які породжуються технологічними процесами і не є властивими для еволюційної історії існування природної компоненти (генезис факторів, інтенсивність їх впливу тощо) [3 - 5].

На рис. 1 представлені шахти північного та південного крила Центрального району Донбасу (ЦРД) на непідконтрольній території українській владі так і державні підприємства (ДП) вугільних шахт на підконтрольній території поблизу лінії розмежування.

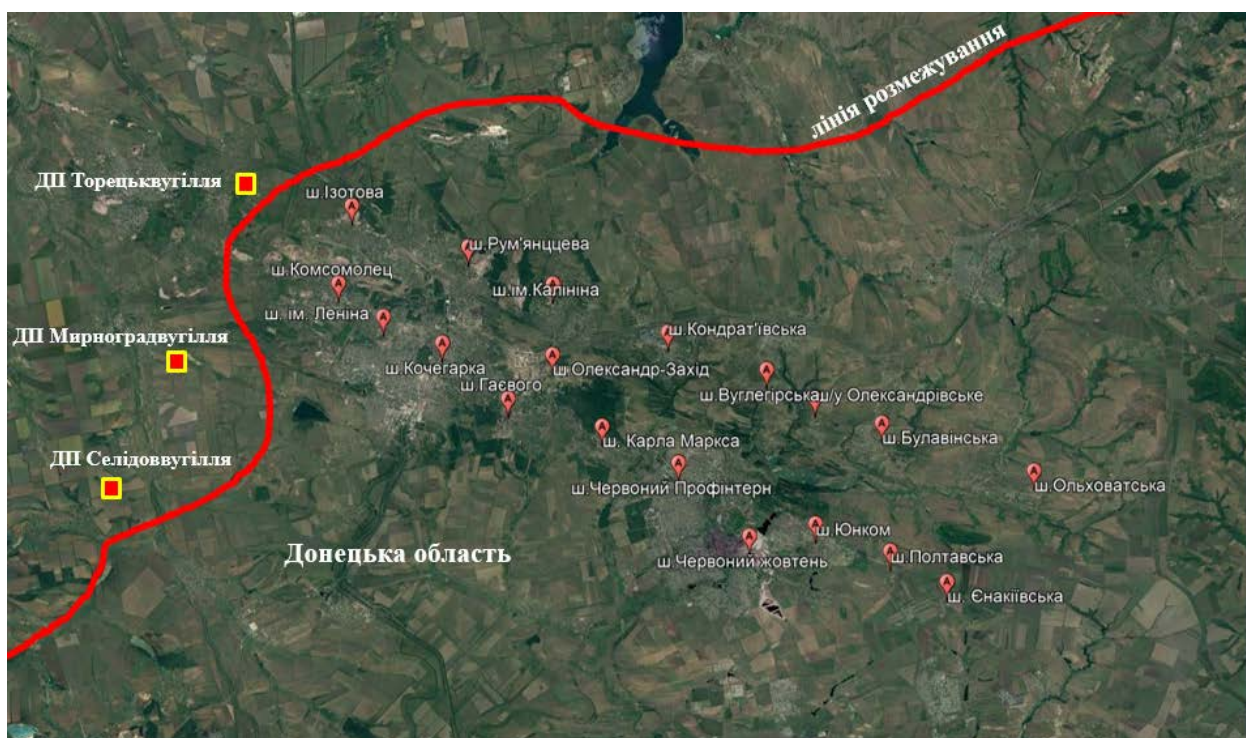


Рис. 1 – Шахти Північного та Південного крила Центрального району Донбасу

Як приклад, розглянемо на рис.2 найближчі до лінії розмежування об'єкти техноекосистем вугільних родовищ шахт ДП Торєцьквугілля, яке розташовано на відстані 3 км, та шахт ЦРД – шахта Ізотова та шахта Комсомолец, на непідконтрольній території, які розташовані на відстані 1,3 та 4 км відповідно.

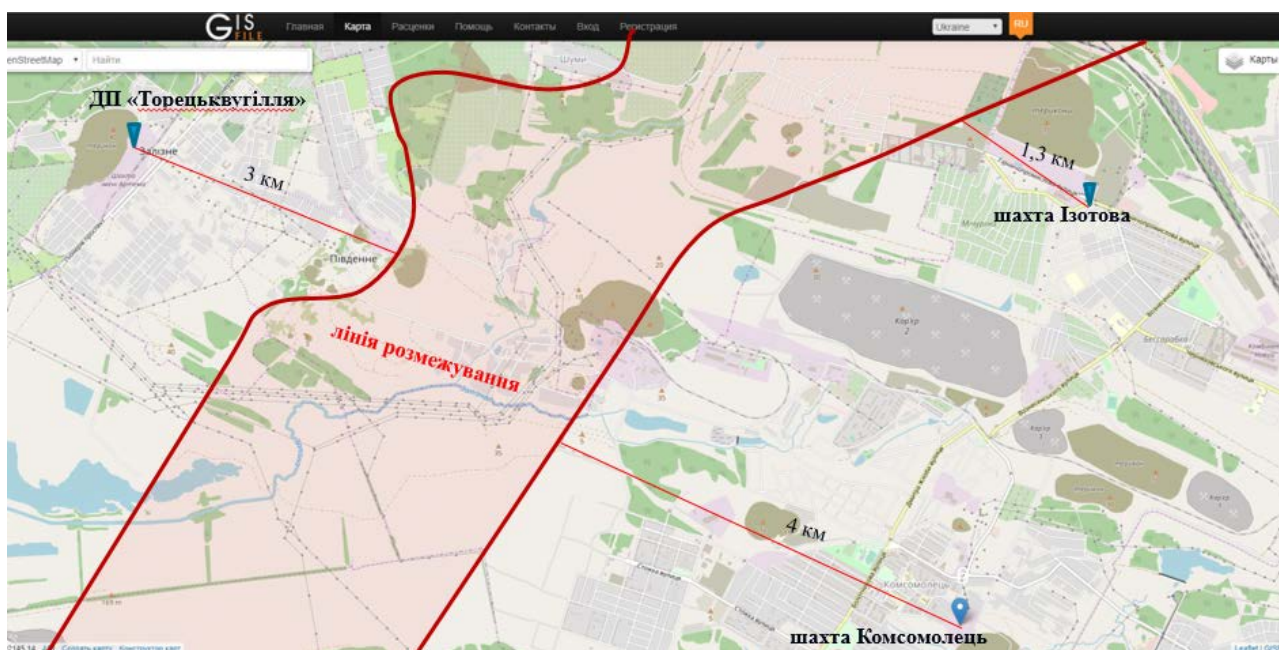


Рис.2 – Об'єкти техноекосистем вугільних родовищ поблизу лінії розмежування

Об'єктами техноекосистем є населені пункти, с/г угіддя, природні водойми і гідрографічна мережа та система споруд шахтного комплексу, яка включає в себе поверхневий (проммайданчик, ставки накопичувачі шахтних вод, терикони) та підземний комплекс шахти (система гірничих виробок з розташованим в них обладнанням та комунікаціями).

Основні елементи довкілля, які зазнали негативного впливу планованої діяльності (добування) на прикладі ДП «Торєцьквугілля» представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Елементи довкілля, які зазнали негативного впливу

Виробниче об'єднання	Вугільні шахти	Елементи довкілля, які зазнали негативного впливу
ДП «Торецьквугілля»	<p>діючі: ВП «шахта «Центральна» ВП «шахта «Торецька»</p> <p>готуються до ліквідації: ВП «шахта «Північна» ВП «шахта «Південна»</p>	<p>Літосфера (відчуження земель, складування відходів в терикони) Гідросфера (скид шахтних вод, санітарні стоки, підтоплення) Атмосфера (викиди забруднюючих речовин SO₂, CO₂, CH₄)</p>

Літосфера – елемент довкілля, який зазнає негативного впливу. На рис. 3 наведено розподіл земельного відводу ДП «Торецьквугілля» станом на червень 2019 р., накопичено породи в відвалах 60300,63 тис. т., всього 2 діючих та 9 недіючих породних відвалів.

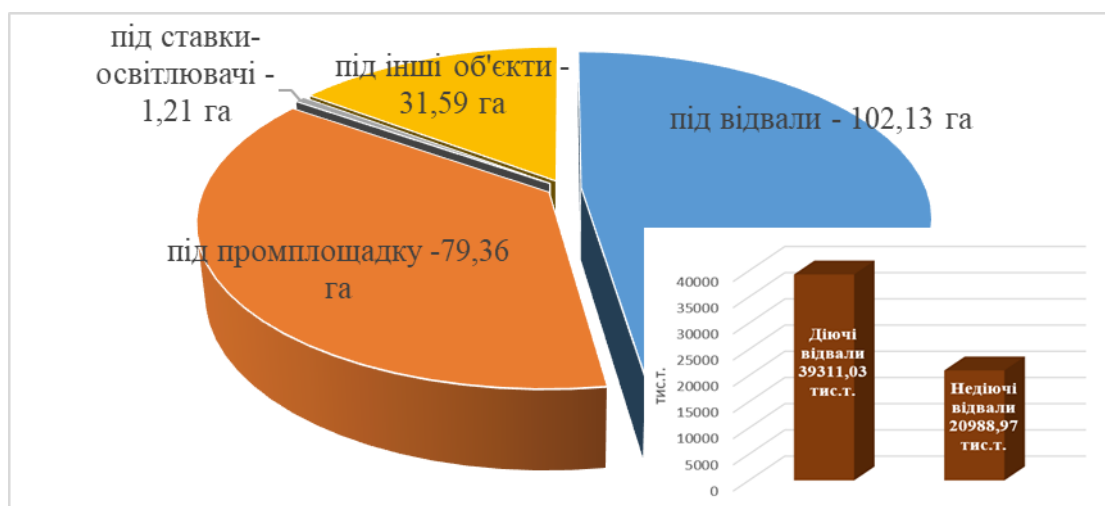


Рис. 3 – Розподіл земельного відводу ДП "Торецьквугілля" (всього 214,29 га)

Атмосфера – елемент довкілля, який зазнає негативного впливу. Викиди в атмосферне повітря парникових газів складають CH₄ - 1,4 млн.м³/рік та CO₂ -9,5тис. м³ /рік. (рис.4).

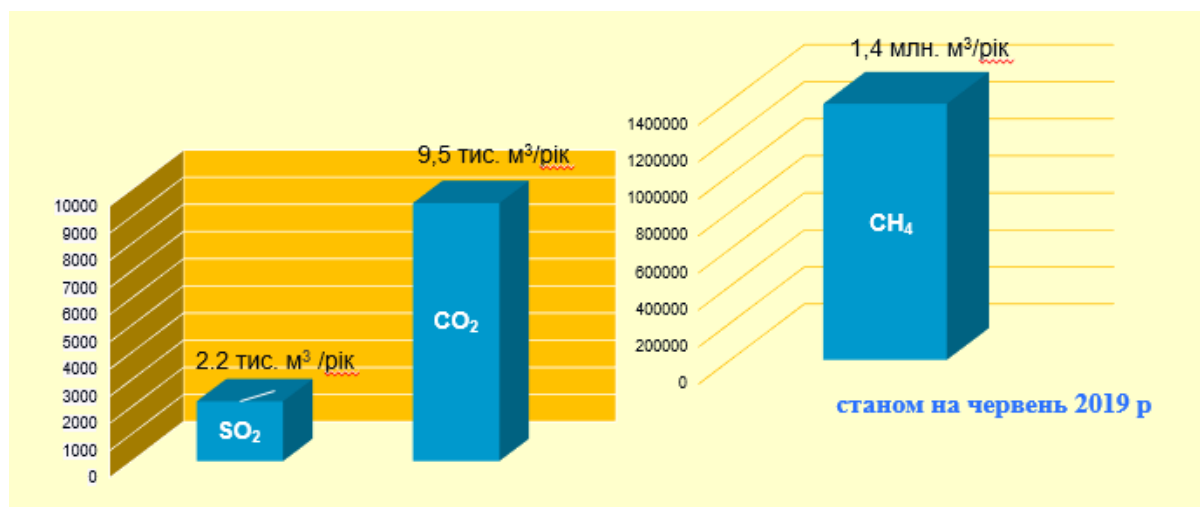


Рис. 4 - Викиди в атмосферне повітря парникових газів ДП "Торецьквугілля"

Гідросфера – елемент довкілля, який зазнає негативного впливу. На рис.5 представлена техноекосистема шахт Південного та Північного крила ЦРД на непідконтрольній території українській владі. На водне середовище впливає як експлуатація шахт (дренування підземних вод, відкачування мінералізованих ш.вод) та закриття (забруднення, зміна напрямів потоку та утворення підтоплених територій).

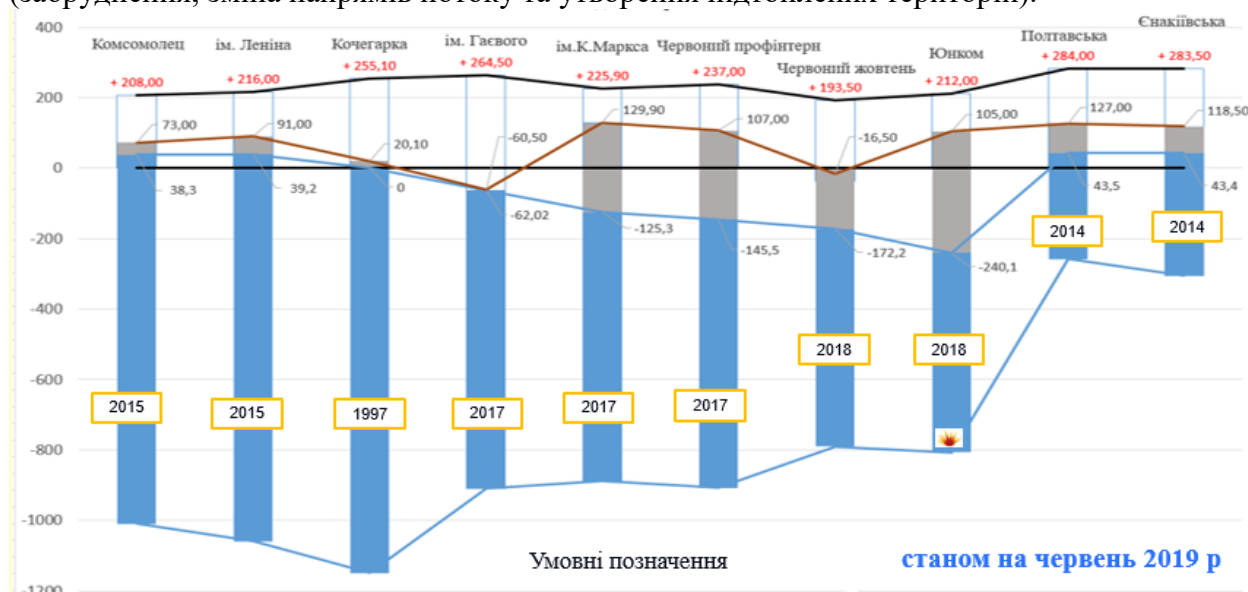
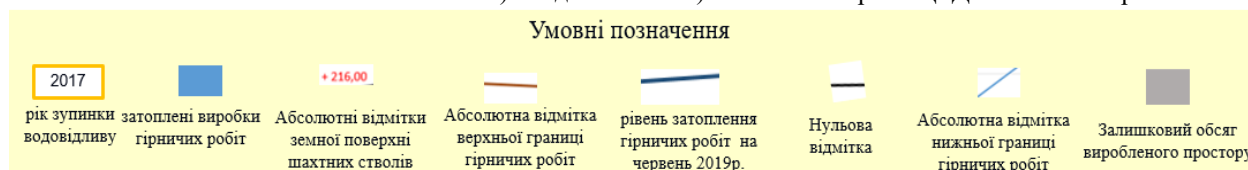


Рис. 5 – Техноекосистема шахт а) Південного та б) Північного крила ЦРД станом на червень 2019 р.



Результати аналізу рівнів шахтних вод у процесі активного затоплення вугільних шахт Центрального району Донбасу станом на червень 2019 року свідчить про стійку тенденцію до їх підйому, проте з різною швидкістю. З великою часткою ймовірності можна стверджувати, що продовжуватимуться процеси підтоплення й затоплення, а також водонасичення і зниження міцності нижніх горизонтів поряд із проявом осадів та деформацій земної поверхні.

Висновок. За результатами дослідження з'ясовано, що добувна діяльність зумовлює зміни екологічного стану техноекосистем, де ступінь екологічної небезпеки є високим (16 - 25 балів).

Масштаби забруднення параметрів довкілля, що є складовими техноекосистеми в межах діяльності ДП «Горецьквугілля» досягли значних обсягів:

- викиди в атмосферне повітря парникових газів CH₄ - 1,4 млн.м³/рік та CO₂ -9,5тис. м³/рік;
- скиди шахтної води в водне середовище з вмістом солі 2,5 т/рік;
- вилучені земельні ресурси 214,29 га.

На основі розглянутих методів експертних оцінок та розрахунків екологічного ризику розроблено рекомендації та напрями впровадження щодо зниження екологічних ризиків ТЕС вугільних родовищ з метою мінімізації їх впливу на техноекосистеми та переходу техноекосистем вугільних родовищ до еколого-збалансованого функціонування. Найголовніші з них:

- класифікація джерел за рівнем екологічної безпеки;
- створення Центру з вирішення проблем еколого-ресурсного відновлення техноекосистем районів вугільних родовищ;
- удосконалення структури екологічного моніторингу Донбасу;
- складання екологічних паспортів на небезпечні об'єкти і території;

- систематизація наявних даних про стан довкілля – підсистема DEIS;
- розробка програм і планів по нейтралізації небезпечних екологічних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондар О.І., Єрмаков В.М., Улицький О.А., Луньова О.В. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення» № ДР 0116U005852 / Міненерговугілля, м.Київ – 2018. – 52 с.

2. Бондар О.І., Мілехін П.О., Улицький О.А., Єрмаков В.М., Луньова О.В. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка методики застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища» № ДР 0118U005460, м.Київ – 2018. – 164 с.

3. Луньова О.В. Моделювання сценаріїв розвитку технооекосистем // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпро, 2019. Вип. 142.

4. Луньова О.В. Методологія вибору технологічних рішень оптимізації функціонування технооекосистем // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. Дніпро, 2018. Вип. 141.

5. Review of the main factors influencing the state of surface and underground waters of the Seversky Donets basin in the context of hostilities/ Text: N. Denisov with contributions from Alla Yushchuk, Viktor Yermakov, Oleh Ulytskyi, Oksana Lunova, Yurii Nabyvanets...// This publication has been prepared under the project “Assessment of Environmental Damage in Eastern Ukraine,” implemented by the OSCE Project Co-ordinator in Ukraine with financial support from the Governments of Austria and Canada and in cooperation with Zoë Environment Network (Switzerland). - Kyiv: VAITE, 2018. – 47 p.

REFERENCES

1. Bondar O.I., Yermakov V.M., Ulytskyi O.A., Lunova O.V. ta in. (2018) Zvit pro naukovodoslidnu robotu «Monitorynh vykonannya pryrodookhoronnykh robit ta ekolohichnoho stanu pryrodnoho dovkillia diiuchykh ta likvidovanykh vuhilnykh pidprijemstv, rozroblennia propozyzii shchodo yoho polipshennia» № DR 0116U005852 / Minenerhovuhillia, m.Kyiv – 2018. – 52 s.

2. Bondar O.I., Miliukhin P.O., Ulytskyi O.A., Yermakov V.M., Lunova O.V. (2019) ta in. Zvit pro naukovodoslidnu robotu «Rozrobka metodyky zastosuvannia ortotransformovanykh kosmichnykh znimkiv dlia otsinky stanu navkolyshnoho seredovyshcha» № DR 0118U005460, m.Kyiv – 2018. – 164 s.

3. Lunova O.V. (2019) Modeliuvannia stsenariiv rozvytku tekhnоекosystem // Heotekhnichna mekhanika: mizhvid. zb. nauk. prats. Dnipro, 2019. Vyp. 142.

4. Lun`ova O.V. (2018) *Metodologiya vy`boru texnologichny`x rishen` opy`mizaciyi funkcionuvannya texnoekosy`stem,*/ Geotexnichna mexanika: mizhvid. zb. nauk. pracz`. Dnipro, Vy`p. 141.

5. Review of the main factors influencing the state of surface and underground waters of the Seversky Donets basin in the context of hostilities/ Text: N. Denisov with contributions from Alla Yushchuk, Viktor Yermakov, Oleh Ulytskyi, Oksana Lunova, Yurii Nabyvanets...// This publication has been prepared under the project “Assessment of Environmental Damage in Eastern Ukraine,” implemented by the OSCE Project Co-ordinator in Ukraine with financial support from the Governments of Austria and Canada and in cooperation with Zoë Environment Network (Switzerland). - Kyiv: VAITE, 2018. – 47 p.

Анотація. На значних територіях Донецької та Луганської областей практично відсутня можливість екологічного оцінювання територій технооекосистем.

На прикладі найближчих до лінії розмежування об'єктів технооекосистем вугільних родовищ шахт ДП «Торецьквугілля» та шахт Північного та Південного крила Центрального

району Донбасу проаналізовані елементи довкілля, які зазнали негативного впливу (атмосфера, гідросфера та літосфера).

В роботі розроблено схему трансформації екосистем в техноекосистеми та модель оцінки екологічних ризиків техноекосистем в межах районів вугільних родовищ. За результатами дослідження з'ясовано, що добувна діяльність зумовлює зміни екологічного стану техноекосистем, де ступінь екологічної небезпеки є високим (16 -25 балів).

Масштаби забруднення параметрів довкілля, що є складовими техноекосистеми в межах діяльності ДП «Торецьквугілля» досягли значних обсягів: викиди в атмосферне повітря парникових газів CH_4 - 1,4 млн.м³ /рік та CO_2 -9,5тис. м³ /рік; скиди шахтної води в водне середовище з вмістом солі 2,5 т/рік; вилучені земельні ресурси 214,29 га.

Виходячи з цього розроблені заходи щодо поліпшення екологічної ситуації за рахунок прийняття управлінських рішень. Надані рекомендації та напрями зниження екологічних ризиків вугільних родовищ з метою мінімізації їх впливу на техноекосистеми.

Ключові слова: гірничодобувна техноекосистема, збалансоване функціонування, моніторинг, шахта, Донбас.

THE IMPACT OF MINING ENTERPRISES ON THE ECOLOGICAL SAFETY OF DONBAS TECNO- ECOSYSTEM

Lunova O., PhD (Tech.)

Yermakov V., Doctor of Science (Tech.)

State ecology academy of postgraduate education and management

vul. Mitropolita Vasilya Lipkivskogo, 35, m. Kiyiv-35, 03035 Ukraine, E-mail: lunovaov@ukr.net

Annotation. Large areas of Donetsk and Lugansk regions almost do not have any practical mechanisms to estimate the ecological situation.

Some of the mining facilities of Donetsk region including state enterprise “ToretskVugillya”, mining enterprises of Nord and South branches of central Donetsk region, which are situated nearest to the delimitation line and got the most expressive damage, were analyzed in this study.

In the current research the authors developed the approach allowing to convert ecosystem to tecno-ecosystem and the corresponding model enabling the assessment of ecological risks at mining regions.

The contamination extent of the environment at the surrounding area of enterprise ToretskVugillya reached substantial level: air emission of greenhouse gas CH_4 1.4 million m³ per year, CO_2 – 9.5 thousand m³ per year, mining salt-water discharge into the water environment 2.5 tons per year, detached land resources 214.29 hectares.

Taking the aforementioned into account the authors developed the measures aiming to improve the ecological statement by means of management decisions; and the recommendations allowing reducing the level of ecological pollution at mining enterprises in order to minimize their influence to tecno-ecosystem.

Keywords: mining tecno- ecosystem, balanced functioning, monitoring, mine, Donbas.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ РЕГІОНУ (НА ПРИКЛАДІ ОБ'ЄКТІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ)

Машков О.А., д.т.н., проф., здобувач, Жукаускас С.В., здобувач Нігородова С.А.
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,
м. Київ, Україна

Проблема антропогенного забруднення природних вод завжди була і буде актуальною. Для контролю цього процесу в Україні функціонує мережа підрозділів Держекоінспекції України (ДЕІ). В результаті здійснення контролю накопичується велика кількість даних, які підлягають обробці та узагальненню. Увесь процес реєстрації даних досить трудомісткий, тривалий і не виключає можливість помилок та описок. Для підвищення надійності ведення, обробки та представлення даних про стан забруднення довкілля є необхідним створення спеціальної інформаційної системи.

З використанням розроблених методів та технологій доцільне удосконалення існуючої системи моніторингу та створення Єдиної автоматизованої системи екологічного моніторингу з отриманням в режимі one-line результатів вимірювань стану забруднення довкілля, викидів, скидів і відходів, їх накопичення, оброблення, аналізування та прогнозування екологічних ризиків. Потрібна систематизація схеми екологічного спостереження по усіх підсистемах. На рис.1 у якості прикладу наведено комплекс усіх схем відбору проб води та показано їх взаємозв'язок, коли дані з одної схеми можуть паралельно використовуватись і в іншій схемі.

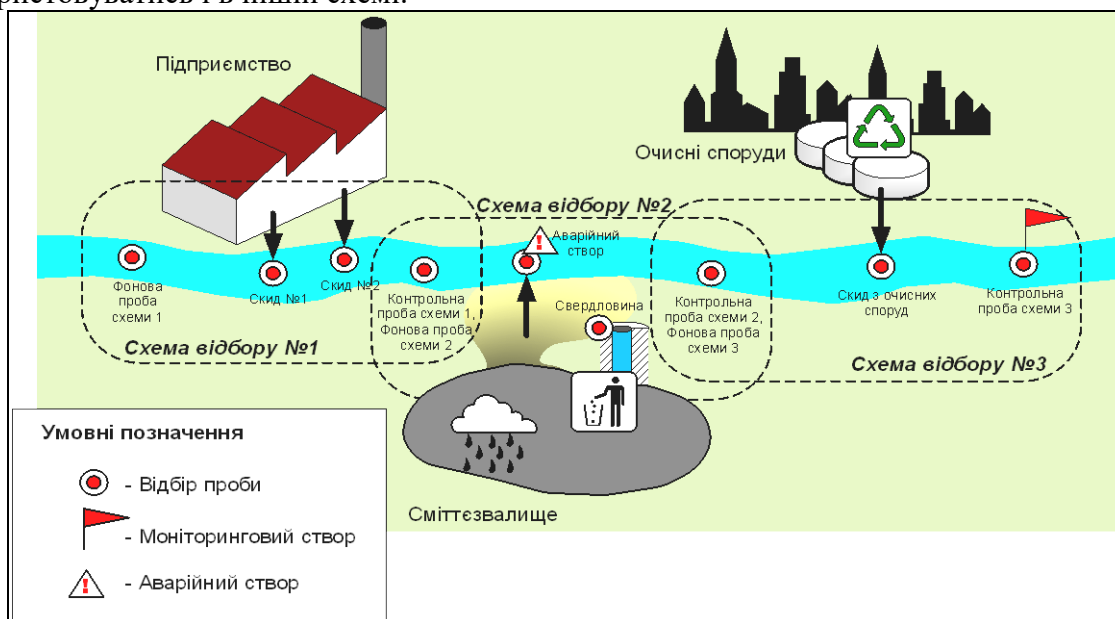


Рис. 1 -Схеми відбору проб води.

Аналіз показав, що усі варіанти відбору проб ґрунтів та відходів можуть бути зведені до певної моделі.

При цьому виведено додаткові правила ідентифікації цієї моделі за реальних умов.

1. Окрема схема відбору характеризує тільки одне певне забруднення. У випадку виявлення декількох забруднень, кількість схем відбору формується відповідно до кількості виявлених забруднень.

2. Схема відбору проб повинна включати мінімум одну пробу, особливо у випадку неможливості відбору фонові проби для заданого шару ґрунту, земельної ділянки.

3. За можливості відбору фонові проби схема відбору включає мінімум дві проби: контрольну та фонову.

4. При відборі проби у місці забруднення обов'язкове виконання відбору об'єднаної проби.

5. Точкові проби можуть бути відібрані у випадку однорідності ґрунту або відходів в даному шарі досліджуваної ділянки.

6. У випадку, коли відібрана проба не характеризує забруднення, вона може належати різним схемам відбору. Проби, що характеризують забруднення, належать тільки одній схемі відбору.

Комплексна модель усіх варіантів схем відбору проб ґрунту, наведена на рис. 6.3, є результатом оптимізації усіх виявлених таких схем, за критерієм мінімуму витрат на спостереження, завдяки використанню даних з однієї схеми в іншій.

Створення автоматизованих систем моніторингу викидів забруднюючих речовин в атмосферу передбачає аналіз можливих варіантів параметрів об'єкта контролю. До основних параметрів, що характеризують цей процес, відносяться такі: тип місця відбору проби (джерело викидів (ДВ) або джерело утворення (ДУ)); тип перерізу газоходу (круглий або прямокутний); кількість газоходів, що з'єднують джерело утворення і джерело викидів; наявність з'єднання декількох джерел утворення і одного джерела викидів; наявність газоочисної установки.

Відповідно до вимог технології просторово-орієнтованого представлення даних, був проведений детальний аналіз усіх варіантів просторового розташування одне відносно іншого джерел утворення (наприклад, котлів), джерел викидів (наприклад, труб), газоходів між ними і газоочисних установок на них, з метою виявлення моделей типових схем відбору проб.

Особлива увага приділялась випадкам, коли одне джерело викиду може використовуватись багатьма джерелами утворення та навпаки, коли одне джерело утворення може відводити гази через декілька джерел викиду. Комплексна модель усіх варіантів схем відбору проб повинна враховувати взаємне розташування місць джерел утворення, джерел викидів, газоходів та газоочисних установок.

Для розроблення автоматизованої системи екологічного моніторингу запропоновано цілий ряд методів та технологій:

1. Розробка нової інформаційної технології, у т. ч. нових підходів, методів проектування автоматизованої системи екологічного моніторингу стану довкілля, яка на відміну від існуючих, дозволяє проектувати структуру системи обробки даних спостереження за формами вхідних та вихідних даних шляхом ідентифікації та ітеративної деталізації складових, що виконують операції із вхідними, вихідними та довідковими даними. Технологія дозволяє проектувати структуру системи, не вимагаючи від проектувальника спеціальних знань в галузі програмування та сучасних інформаційних технологій.

2. Створення автоматизованої системи екологічного моніторингу, яка передбачає формалізацію класів системи обробки даних спостереження якості вод за рахунок формування та уточнення типових UML-моделей класів різних аспектів функціонування та призначення системи: моделі об'єктів, моделі суб'єктів, моделі методичного (метрологічного) забезпечення спостереження якості вод, моделі технічного забезпечення, моделі інформаційного забезпечення.

3. Розробка алгоритмічного та програмне забезпечення для застосування запропонованих методів автоматизованого синтезу програмного коду інформаційних систем спостереження якості вод, яке дасть можливість автоматично синтезувати відповідні таблиці, форми та зв'язки між даними відповідно до вимог користувача до системи, що проектується. Синтез узагальненого алгоритму застосування розробленої технології для проектування реальних систем. Методи та алгоритми є універсальними і можуть бути використані для синтезу структури й програмного коду систем обробки даних спостереження іншого призначення та інших складових довкілля.

4. Розроблено новий метод автоматизованої ідентифікації параметрів команд для синтезу складних звітів за даними системи, який відрізняється використанням секвенціального підходу до формалізації та оптимізації зв'язків між вхідними та вихідними

даними, що дозволяє більш швидко, ніж існуючі методи, формувати складні запити до реляційної бази даних. Розроблено основні положення секвенціального опису моделей інформаційних систем та формалізовано основні операції для цих моделей. Метод дозволяє реалізувати або значно прискорити процес створення звітів інформаційних систем для осіб, які не володіють спеціальними знаннями в реляційних базах даних.

5. За синтезованими моделями і алгоритмами було розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє автоматизувати усі операції екологічного моніторингу та контролю довкілля. Розрахунки, що супроводжують відбір проб, здійснюються за допомогою окремих підпрограм, які для автоматизації обробки даних, наприклад по викидах, реалізовані як для персональних комп'ютерів (ПК), так і для кишенькових персональних комп'ютерів (КПК) з метою забезпечення зручності роботи у „польових” умовах. Розрахунки, що ведуться на КПК, мають на меті позбавити процес відбору проб від рутинних операцій при визначенні вимірювальної схеми для різних типів перерізів газоходів та на основі цієї схеми швидко визначити об'ємну витрату та об'єм відібраного газу. Далі результати обчислень можна легко експортувати в ПК.

Також було створено ГІС-модуль для візуалізації результатів обробки даних контролю по викидах, скидах та відходах, стану вод і ґрунтів із баз даних автоматизованої системи екологічного моніторингу на карті ГІС як України в цілому, так і окремих областей чи великих міст.

Проведений аналіз свідчить про доцільність проведення фонових моніторингових, а не тільки контролювати стан довкілля під час контролю процесів його забруднення. Наприклад, вимірювати якість вод на 500 метрів вище і нижче місця скиду зворотних вод, яке вони контролюють. Це обґрунтовується тим, що безконтрольне антропогенне забруднення довкілля може швидко призвести до дуже негативних наслідків.

Так сталося, що водойми-охолоджувачі атомних (АЕС) та теплових (ТЕС) електростанцій є дуже важливими об'єктами водокористування. Тому контроль за допомогою систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) є актуальним у двох аспектах. По-перше, це контроль гідротермічного режиму, розробка пропозицій щодо покращення здатності до охолодження циркуляційних вод. По-друге, це контроль екологічного стану, а саме рівня цвітіння та заростання вищими водними рослинами. Окремою проблемою є контроль за допомогою ДЗЗ динаміки формування ветленд-екосистеми на місці існування водойми-охолоджувача Чорнобильської АЕС. Також контроль термічного режиму є важливим також на об'єктах гідроенергетики на р. Дністер, з огляду на особливості конструкції та режиму експлуатації ГЕС.

Крім того, фітопланктон має безпосередній вплив на якість питної води: суспензію, кольоровість, токсичність; а при значному розвитку біомаси викликає замори риб, порушення роботи очисних споруд, забруднення узбережжя та пляжів. Все це потребує застосування сучасних технологій отримання відповідної моніторингової інформації.

Можливість визначення ризиків підтоплень базується на обґрунтованій можливості визначення взаємозв'язку між змінами спектральних характеристик відбиття поверхні та стресом екосистем, викликаним дією зовнішніх факторів. Для опису спектрального відбиття окремого типу поверхні введемо інтегрований індикатор – індекс спектрального відбиття, що буде представлено як фіксована комбінація спектральних характеристик в окремих смугах спектру.

Запропоновано підхід до оцінки ризиків повеней та підтоплень та методику розрахунку просторових розподілів регіональних показників ризиків підтоплень за допомогою даних супутникових спостережень в оптичному діапазоні. Ідея кількісного оцінювання якості води за даними спостережень і вимірювань полягає у розробці формального методу поєднання різнорідних множин даних з метою оцінки показників якості води в термінах ризику, тобто ймовірності погіршення якості при наявності підвищених концентрацій окремих забруднювачів.

Оцінка ризику, пов'язаного із забрудненням водного середовища, по обмеженим наборам даних на заданих критеріях і класифікаційних схемах, є таким чином, комплексною нечіткою проблемою. Відповідний підхід, у найпростішому випадку, може бути побудований на основі теорії нечітких множин. Далі, ризики, пов'язані із забрудненням води, розподілимо на фіксовану кількість ступенів (інтервалів оцінок ризику): малий ризик, прийнятний ризик, неприйнятний ризик, високий ризик і катастрофічний ризик.

АНАЛІЗ ВМІСТУ ПИЛУ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ МІСТА

Чемерис І.А., к.б.н., доц.

Черкаський державний технологічний університет

бульв.Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна. E-mail: ichemerys@ukr.net

Пил є одним з найпоширеніших забруднювачів атмосферного повітря міських екосистем, середньодобова максимально допустима концентрація якого становить $0,15 \text{ мг/м}^3$ у міській зоні (3 клас небезпеки). В статті проаналізовано рівень пилового забруднення в атмосфері міста Черкаси у весняний та осінній період на ділянках біля автодороги та прибудинкових територіях і зроблено оцінку запиленості атмосферного повітря м. Черкаси за допомогою аспіраційного методу. Показано, що рівень пилового забруднення практично не змінюється протягом досліджених сезонів, але є дещо підвищеним та складає від 1,7ГДК до 2,4 ГДК біля дороги та 1,3ГДК до 2,0ГДК на прибудинковій території навесні та 1,7ГДК до 2,4 ГДК біля дороги і 1,4ГДК до 2,3 ГДК на прибудинковій території восени. Проведено дисперсійний аналіз отриманих результатів та зроблено висновки.

Ключові слова: пил, аспіратор, ГДК, атмосферне повітря, моніторинг.

Вступ. Пил є одним із потужних забруднювачів атмосферного повітря. Кількість пилу у повітрі залежить від низки факторів, серед яких: чисельність та щільність міського населення; кількість, потужність й виробниче спрямування промислових підприємств, ступінь їх обладнання очисними установками; тип вуличних покриттів й ступінь їх очищення; кількість й характер опадів, пора року тощо. Пилове забруднення атмосфери негативно впливає на стан рослинності та здоров'я населення, тому важливим є моніторинг вмісту пилових часток у повітрі. Для розрахунку комплексного індексу забруднення атмосфери (ІЗА) міста Черкаси в 2018 році використовувались 5 найбільш важливих домішок: пил (3 клас небезпеки), діоксид азоту (3 клас небезпеки), аміак (4 клас небезпеки), формальдегід (2 клас небезпеки), оксид вуглецю (4 клас небезпеки). За 2018 рік ІЗА збільшився у 1,1 рази і становив 6,24, що вважається підвищеним рівнем забруднення атмосферного повітря ($5 < \text{ІЗА} < 7$), причому середня концентрація пилу по місту Черкаси складала $0,67 \text{ мг/м}^3$.

Мета роботи. Оцінка рівня пилового забруднення повітряного басейну міста Черкаси за допомогою аспіраційного методу.

Матеріал і результати досліджень. Визначення концентрації пилу у атмосферному повітрі міста проводили за допомогою електроаспіратора. На території міста було обрано шість дослідних ділянок з різним рівнем аеротехногенного навантаження, одна з яких була контрольною. Ділянка № 1 знаходилася в центральній частині міста на перехресті бульвару Шевченка та вулиці Смілянська. Бульвар Шевченка – бульвар у Черкасах, який є центральною вулицею міста, а вулиця Смілянська є головною після бульвару Шевченка. Тому на перехресті цих вулиць значний рух автотранспорту, зосереджена велика кількість навчальних, торговельних та офісних закладів. Ділянка № 2 – проспект Хіміків та відповідно парк Хіміків. Проспект Хіміків – проспект в Черкасах, який є головною вулицею мікрорайону Хімелище. По проспекту розташовані Палац спорту «Будівельник», тролейбусне депо, ТОВ «Черкаське хімволокно», Черкаська ТЕЦ, завод цинкування металу «Метал Інвест» та інші дрібні промислові підприємства. В центральній частині закладений парк Хіміків. Ділянка № 3 – район Митниця. Вулиця Гагаріна –

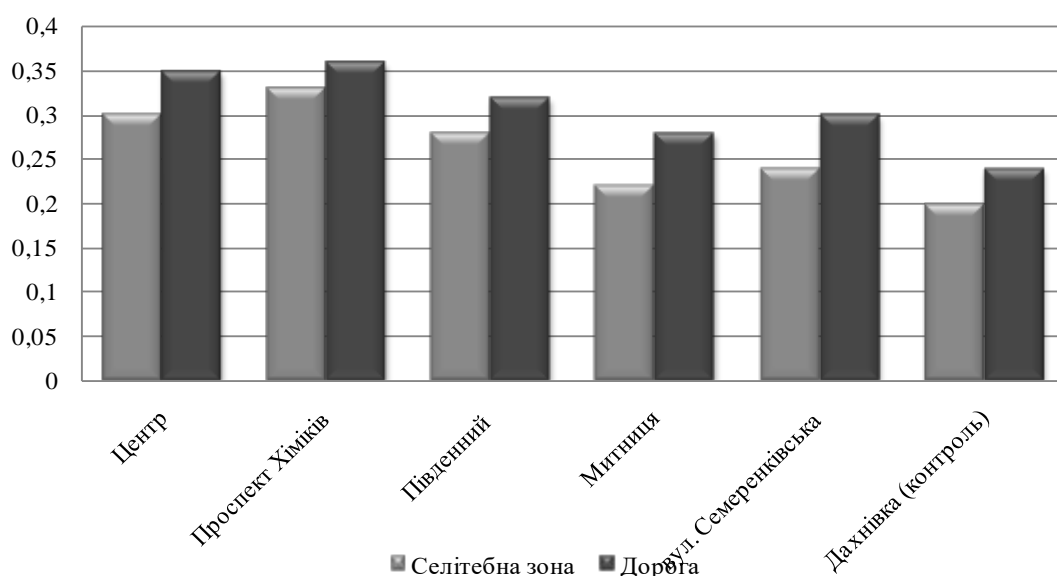
вулиця в Черкасах, яка є однією з головних вулиць мікрорайону Митниця. Ділянка № 4 – район Південний. Вулиця Сумгайтська – вулиця в Черкасах, одна з головних у мікрорайоні Південно-Західному. По вулиці розташовані житлові будинки, промислові підприємства, повністю асфальтована, так як являє собою частину транзитного шляху через Черкаси. Вулиця Академіка Корольова – одна з вулиць у місті Черкаси. Вулиця неширока, повністю асфальтована. По вулиці розташовані багатоповерхові будинки, промислові підприємства та різні установи. Ділянка № 5 – вулиця Смирєнківська. Контрольна ділянка розміщується в умовно чистій зоні міста. Вона знаходиться в привізній зоні міста район Дахнівка (рисуюнок 1).



Рисуюнок 1 – Карта-схема розміщення дослідних ділянок

Дослідження вмісту пилу в атмосферному повітрі проводилось біля автодороги та на прибудинкових територіях. На досліджених ділянках у весняний період вміст пилу коливався від $0,24 \text{ мг/м}^3$ на контрольній ділянці до $0,36 \text{ мг/м}^3$ на

проспекті Хіміків, де є інтенсивний рух автотранспорту та вплив стаціонарних джерел забруднення. В селітебній зоні вміст пилових часточок в атмосферному повітрі був дещо менший і коливався в межах від $0,24 \text{ мг/м}^3$ до $0,33 \text{ мг/м}^3$ на проспекті Хіміків (рисуюнок 2).



Рисуюнок 2 – Маса пилу виміряного за допомогою аспіратора на ділянках відбору у весняний період

Дослідження запиленості атмосферного повітря, проведені в осінній період показали, що вміст пилу практично не мінився і становив біля дороги $0,23 \text{ мг/м}^3$ в контрольній ділянці та коливався від $0,26 \text{ мг/м}^3$ до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (останній показник на проспекті Хіміків). Лише на одній ділянці восени зафіксовано зменшення вмісту пилу (весною біля дороги концентрація пилу складала $0,32 \text{ мг/м}^3$, а восени $0,29 \text{ мг/м}^3$). Аналогічні результати на цій ділянці зафіксовано і на прибудинкових територіях (весною концентрація пилу складала $0,28 \text{ мг/м}^3$, а восени $0,23 \text{ мг/м}^3$).

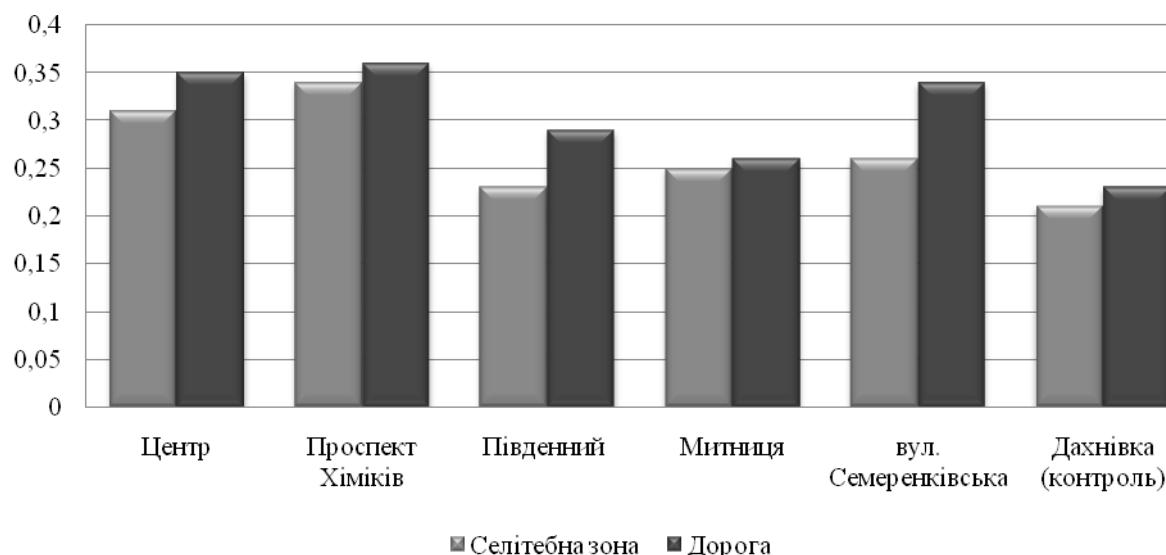


Рисунок 4 – Маса пилу виміряного за допомогою аспіратора на ділянках відбору у осінній період

При аналізі ступеня впливу систематичних факторів на варіацію вмісту пилу в атмосферному повітрі, з'ясовано, що міжгрупова дисперсія значно більше, ніж внутрішньогрупова ($0,18$ проти $0,0012$), що свідчить, що на варіацію даних впливали саме систематичні фактори, тобто ті, які було враховано в дослідження, а не випадкові. Істотність зв'язку із систематичними факторами доводить значення критерію Фішера: F дорівнює $154,91$ при $F_{0,05} 3,098$ (таблиця 1).

Таблиця 1 – Результати дисперсійного аналізу вмісту пилу в атмосферному повітрі

Джерело варіації	MS	F	P-Значення	F критичне
Між групами	0,187703	154,9113	5,19E-14	3,0983912
В середині груп	0,001212			

Висновки. Пил, що міститься в атмосферному повітрі міських екосистем, чинить фітотоксичний вплив та є небезпечним для здоров'я людини (відноситься до третього класу небезпеки). Аналіз вмісту пилу в атмосферному повітрі м. Черкаси показав, що його кількість практично не змінюється по сезонам весна-осінь. Найбільша кількість пилу спостерігалась на проспекті Хіміків ($0,36 \text{ мг/м}^3$, що становить $2,4 \text{ ГДК}$) перехресті вулиця Смілянська – бульвар Шевченка ($0,35 \text{ мг/м}^3$, що становить $2,3 \text{ ГДК}$), які є найбільш завантаженими автотранспортом, а також мають ряд промислових підприємств, а найменша – на вулиці Канівська ($0,23 \text{ мг/м}^3$, що становить $1,5 \text{ ГДК}$). Таким чином, найбільший вплив на пилове навантаження атмосферного повітря м. Черкаси чинять пересувні джерела, а саме автотранспорт.

Отже, у містах необхідно застосовувати як фітомеліоративні методи оптимізації вмісту пилу в повітрі, так і заходи по очищенню повітря від пилу на промислових підприємствах та оптимізацію руху автотранспорту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бахарєв В.С. Теоретичні аспекти формування регіональної екологічної небезпеки, пов'язаної з пиловим забрудненням атмосферного повітря / В.С. Бахарєв // Вісник КДПУ : зб. наук. праць. – Кременчук: Вид-во КДПУ. – 2005. – № 2(31). – С. 92-95.
2. Бахарєв В.С. Особливості формування екологічної небезпеки в умовах пилового забруднення атмосферного повітря / В.С. Бахарєв // Біосферно-ноосферні ідеї В.І. Вернадського та еколого-економічні проблеми розвитку регіонів : тези доп. V-ої Всеукр. наук.-практ. конф. – Кременчук: Вид-во КДПУ, 2005. – С. 85-86.
3. Бессонова В. П. Эффективность осаждения пылевых частиц листьями древесных и кустарных растений / В. П. Бессонова // Вопросы защиты природной среды и охраны труда в промышленности. Сборник научных трудов. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 1993. – С. 34-37.
4. Заєць І.О. Екологічне законодавство України / І.О. Заєць.; [Відп. ред.] – К.: Юрінком, 2001. - 413 с.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2018 році. – Черкаси, 2019. – 234 с.

ANALYSIS OF DUST CONTENT IN THE ATMOSPHERE OF THE CITY

I. Chemerys, Cand.Sc. (Biol.), Assoc. Prof Cherkasy State Technological University

Shevchenko blvd. 460, Cherkasy, 18006, Ukraine. E-mail: ichemerys@ukr.net

Dust is one of the most common air pollutants in urban ecosystems, with an average daily maximum concentration of 0,15 mg/m³ in the urban area (hazard class 3). The article analyzes the level of dust pollution in the atmosphere of the city of Cherkasy in the spring and autumn in the areas near the highway and adjacent territories and estimates the dustiness of the Cherkasy air using the aspiration method. It is shown that the level of dust pollution remains practically unchanged during the investigated seasons, but is slightly higher, ranging from 1,7MAC to 2,4MAC near the road and 1,3 MAC to 2,0 MAC in the adjacent territory in spring and 1,7 MAC to 2,4MAC near the road and 1,4 MAC to 2,3 MAC in the countryside in the fall. An analysis of the results obtained,

Keywords: dust, aspirator, MAC, atmospheric air, monitoring.

REFERENCES

1. Bakharyev V.S.(2005) «Teoretychni aspekty formuvannya rehional'noyi ekolohichnoyi nebezpeky, pov'yazanoyi z pylovyim zabrudnenniam atmosferneho povitrya» [Theoretical aspects of the formation of regional environmental hazards related to dust pollution of the air], *Visnyk KDPU*, no 2(31), pp. 92-95, Ukraine.
2. Bakharyev V.S.(2005) «Osoblyvosti formuvannya ekolohichnoyi nebezpeky v umovakh pylovoho zabrudnennya atmosferneho povitrya» [Features of formation of ecological danger in conditions of dust pollution of atmospheric air], *Biosferno-noosferni ideyi V.I. Vernads'koho ta ekoloho-ekonomichni problemy rozvytku rehioniv: tezy dop. V-oyi Vseukr. nauk.-prakt. konf.*, pp. 85-86, Ukraine.
3. Bessonova V. P. (1993) «Effektivnost' osazhdeniya pylevykh chastits list'yami drevesnykh i kustarnykh rasteniy» [Efficiency of dust particles deposition by leaves of woody and artisanal plants], *Voprosy zashchity prirodnoy sredy i okhrany truda v promyshlennosti. Sbornik nauchnykh trudov*, pp. 34-37, Russia.
4. Zayets' I.O. (2001) *Ekolohichne zakonodavstvo Ukrayiny* [Environmental legislation of Ukraine], Yurinkom,413 p., Ukraine.
5. Rehional'na dopovid' pro stan navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha v Cherkas'kiy oblasti u 2018 rotsi (2019) [Regional report on the state of the environment in Cherkasy region in 2018], Cherkasy, 234 p., Ukraine.

ОХОРОНА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ НЕВЕЛИКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ОКИСНЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ

А. І. Самохвалова, к.т.н., доц., Н. Г. Онищенко, ас.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

*вул. Сумська, 40, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: samohvalova_anya@mail.ua;
onishchenkonata33@gmail.com*

В наш час особливу актуальність набуває проблема своєчасного видалення та очищення стічних вод, проблема оздоровлення та санітарної охорони водних об'єктів, попереднього очищення на спеціальних очисних спорудах. Самим простим і ефективним рішенням проблеми очищення стічних вод невеликих обсягів є підключення до центральної каналізаційної системи. Однак в більшості випадків такої можливості не існує. У специфічних умовах каналізування малих об'єктів переваги отримують економічні очисні споруди, прості за своїм конструктивним рішенням та практичні під час експлуатації. У роботі проаналізовано проблему відведення та очищення стічних вод невеликих обсягів. Запропоновано шляхи вирішення даної проблеми за рахунок створення та використання удосконаленої конструкції комбінованого циркуляційного окиснювального каналу з майданчиком зневоднення мулової суміші. В даній конструкції використано струминний сифонний аератор шахтного типу.

Ключові слова: стічні води, невеликі населені пункти, очисні споруди, біологічні методи, циркуляційні окиснювальні канали.

Вступ. В наш час через інтенсивне використання водних об'єктів все більшої кількості води, придатної для питних потреб, промислового виробництва та зрошення, не вистачає в багатьох країнах світу.

Промислові підприємства, переважно заводи та фабрики харчової промисловості, невеликі населені пункти такі як села, селища міського типу, окремі котеджі тощо дуже часто скидають свої стічні води в невеликі водойми без очистки чим наносять основний збиток екології за викидами неочищених стічних вод. Ці стічні води, в більшості випадків, містять в своєму складі величезну кількість бактерій, в тому числі й хвороботворних, різні забруднення органічного та мінерального походження, а також шкідливі та отруйні речовини. Їх скид призводить до погіршення якості води водних об'єктів через підвищення вмісту розчинених органічних сполук, завислих речовин, концентрації синтетичних поверхнево-активних речовин, нафти та нафтопродуктів, порушується природний режим водойм тощо.

Забруднення водних об'єктів негативно впливає на склад корисної мікрофлори, яка в ньому знаходиться (біоценоз). Водойми з порушеним мікробіологічним самоочищенням швидше перенасичуються неокисненою органікою, а також біогенними елементами, що в результаті призводить до евтрофікації, яка характеризується різким збільшенням біомаси водоростей, вищої водної рослинності, фітопланктону за рахунок надходження поживних біогенних речовин антропогенного генезису. В результаті може спостерігатися загибель і перетворення озер в болота, мор риби, вмирають тварини тощо. Крім того синьо-зелені водорості погіршують питні якості води, вона набуває різних запахів і присмаків і врешті-решт водойми повністю заростають, відбувається загибель водних екосистем.

Крім того вживання води поганої якості погіршує стан здоров'я населення.

Таким чином, при влаштуванні каналізації особлива увага, в першу чергу, повинна приділятися питанню правильного визначення необхідного ступеня очищення стічних вод, а також складу очисних споруд.

Відомо, що прийоми та методи очистки стічних вод великих міст розроблені досить добре, а для малих об'єктів поки немає загальноприйнятих способів через специфічні умови їх роботи. До очисних споруд водовідведення малих об'єктів пред'являються наступні вимоги: економія дефіцитних матеріалів, мінімальні витрати при будівництві та простота в експлуатації, компактність, використання місцевих будівельних матеріалів, можливість

поетапного будівництва, ефективність і надійність водоочисних систем, очистка стічних вод до нормативів скидання у водойму незалежно від пори року, скорочення числа технологічних одиниць споруд та устаткування тощо [1 – 4].

Отже, споруди біологічної очистки, які з успіхом працюють у великих містах, не можуть бути механічно скопійовані та перенесені для очистки і знешкодження стоків малих населених пунктів в результаті великої кількості технологічних і економічних факторів. Тому виявляється великий інтерес, як у нас, так і в інших країнах світу до розробки нових, економічних, простих за своїм конструктивним рішенням і практичними під час експлуатації, але при цьому ефективних способів очищення стічних вод. Відомо, що в малих і селищних системах каналізації в якості очисних споруд рекомендується застосовувати: решітки з ручним чищенням; пісколовки (при продуктивності 200 м³/добу та більше); фільтруючі колодязі; септики або двохярусні відстійники; підземні поля фільтрації, аеробні біологічні ставки, біофільтри, циркуляційні окиснювальні канали та аеротенки, що працюють за принципом подовженої аерації; вторинні відстійники; хлораторні та контактні резервуари; мулові майданчики.

Використання «класичних» біологічних очисних споруд, таких як аеротенки, біофільтри для обробки невеликих об'ємів стічних вод економічно є дуже витратним, в результаті чого перспективною є розробка простих за конструктивним рішенням і практичних в експлуатації, економічних і відносно ефективних споруд на базі циркуляційних окиснювальних каналів (ЦОКів).

Мета роботи. Метою роботи є наукове обґрунтування та вдосконалення конструкції очисної споруди невеликої продуктивності на базі ЦОКів для підвищення їх експлуатаційної ефективності.

Для досягнення мети поставлені наступні задачі: - проаналізувати стан проблеми очистки невеликих об'ємів стічних вод, технологічних схем, конструкцій ЦОКів, які використовуються в наш час; - розробити вдосконалену схему комбінованого ЦОКа з майданчиком зневоднення мулової суміші, що підвищує компактність очисної споруди; - натурно та експериментально дослідити ефективність очистки стічних вод у ЦОКі.

Матеріал і результати досліджень. Як відомо, циркуляційні окислювальні канали є різновидом басейну з активованим шламом і являють собою проточні басейни трапецеїдального перерізу, мають замкнуту форму в плані і обладнані аераторами, які забезпечують циркуляційний переміщення, перемішування і насичення киснем оброблюваної суміші стічної води і активного мулу [5 – 7]. Вони застосовуються для очистки стічних вод комунальних об'єктів каналізування та багатьох видів промислових підприємств із витратою стічних вод до 700 – 1400 м³/добу та забезпечують біохімічне окиснення органічних і неорганічних забруднюючих речовин, а також часткову мінералізацію мулу, не вимагаючи первинного відстоювання стічних вод, що значно спрощує технологічну схему очисної установки.

В наш час запропоновано безліч різних конструкцій каналів для очистки стічних вод невеликих об'ємів. Деякі з них широко використовуються для очищення стічних вод, а інші – на практиці не набули широкого розповсюдження в силу деяких причин.

Більшість існуючих ЦОКів мають невисоку ефективність очищення по органічним забрудненням, яка не задовольняє сучасним нормативним вимогам для скидання стічних вод в природні водойми, вони займають значні площі родючих земель, що істотно погіршує їх економічні характеристики особливо в чорноземних областях, крім того, в більшості ЦОКів використовуються механічні аератори, які в зимовий час часто обмерзають, в результаті чого двигуни аераторів перегріваються і можуть вийти з ладу [4]. Тому, удосконалення конструкції ЦОКів у напрямі підвищення глибини очистки стічних вод, зниження капітальних і експлуатаційних витрат, підвищення компактності споруд є надзвичайно актуальним завданням.

Автором у співавторстві було запропоновано удосконалення конструкції ЦОКів за рахунок застосування нової схеми комбінованого ЦОКу з майданчиком зневоднення мулової суміші, а також використання в ній нової схеми аераторів – струминних сифонних аераторів шахтного типу. На дану конструкцію ЦОКу та аератора отримані патенти. Для зменшення площі очисних споруд, а також інтенсифікації процесу очистки стічних вод була запропонована конструкція ЦОКу, що має замкнену О-подібну форму в плані та обладнана струминними сифонними аераторами шахтного типу [4, 8, 9]. Аерація мулової суміші в ЦОКі здійснювалася шляхом ежекування повітря падаючим струменем рідини, яка подається звичайними низьконапірними насосами. Конструкція аератора сприяє утворенню водоповітряного струменя, проникаючого в глибину шару рідини, який перемішує і насичує її спливаючими бульбашками повітря [4, 9]. Саме завдяки використанню струминних сифонових аераторів шахтного типу досягається інтенсифікація процесу очистки, знижуються енерговитрати та підвищується ефективність використання запропонованої конструкції каналу. Канал розташований по периметру мулового майданчику, який розташований вище рівня води та відділений від нього фільтруючою перегородкою, представленої валом з крупнозернистого гравію. Дно мулового майданчику виконане із залізобетону, має ухил по ширині майданчика від центру до країв, що забезпечує фільтрацію рідкої фази мулу в канал через жолоби [4, 8, 9]. Таке розміщення мулового майданчику дозволяє зменшити площу очисних споруд.

Також автором для перевірки ефективності роботи ЦОКа були проведені дослідження на побудованій натурній споруді. При налазці, яка становила 3 тижні експлуатації, обробку стічної води по 30 м³/цикл проводили впродовж 4 – 5 діб (згідно з рекомендаціями науково-технічної літератури), контролюючи склад стічних вод на перший і четвертий день обробки. Після цього для детального контролю процесу очистки стічних вод в побудованому ЦОКі аналіз складу стічної води проводили в динаміці обробки – кожний день протягом 4 діб [4]. Результати досліджень показали, що ефективність очистки, згідно з результатами обробки стічних вод в натурній споруді, складала: по завислим речовинам – 81, 25 %; по БСК5– 83,33 %; по ХСК – 75,53 %; по азоту амонійному – 94,72 %.

Висновки

Для того щоб зменшити негативний вплив на існуючі водні об'єкти необхідно використовувати найкращі доступні технології, технології промислового та сільськогосподарського виробництва, що забезпечують найменші на даний час концентрації певних забруднюючих речовин у стічних водах та можуть бути впроваджені водокористувачем при економічно доцільних затратах.

Особлива увага повинна приділятися питанню правильного визначення необхідного ступеня очистки стічних вод і складу очисних споруд. Добре очищені стічні води частково вирішують проблему водопостачання.

В наш час перспективною є розробка простих за конструктивним рішенням і практичних в експлуатації, економічних і відносно ефективних споруд на базі циркуляційних окиснювальних каналів, які застосовуються для очистки стічних вод комунальних об'єктів каналізування та багатьох видів промислових підприємств із витратою стічних вод до 700 – 1400 м³/добу.

Встановлено, що ефективність очистки стічних вод в ЦОКі в основному залежить від: швидкості течії рідини в каналі, часу перебування води в натурній споруді та дози активного мулу.

Розроблена вдосконалена схема комбінованого ЦОКа, оснащеного струминними сифонними аераторами шахтного типу з майданчиком зневоднення мулової суміші, при використанні якої інтенсифікується процес очистки стічних вод, підвищується окиснювальна потужність споруди, зменшується площа, яка відводиться під споруди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хенце М. Очистка сточных вод.: пер. с англ. : Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.– М. : Мир, 2006. – 480 с.
2. Разумовский Э. С. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. / Э. С. Разумовский и др. – М. : Стройиздат, 1987. – 152 с.
3. Канализация населённых мест и промышленных предприятий. / Н. И. Лихачев, И.И.Ларин, С. А. Хаскин и др. ; под общ. ред. В. Н. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1981. – 639 с.
4. Самохвалова А. И. Повышение эффективности работы и компактности циркуляционных окислительных каналов : Дис. ... канд. техн. Наук : 05.23.04 / Самохвалова Анна Игоревна. – Харьков, 2015. – 201 с.
5. Гудков, А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учебное пособие / А.Г. Гудков – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.
6. Самохвалова А. И. Экологическая безопасность системы коммунальных и промышленных очистных сооружений с использованием циркуляционных окислительных каналов / А. И. Самохвалова, И. А. Шеренков // Науковий вісник будівництва. – Х. : ХДТУБА, ХОТВ, АБУ, 2009. – Вип. 54. – С.335 – 338.
7. Юрьев, Б.Т. Очистка сточных вод малых объектов / Б. Т. Юрьев. – Рига : Авотс, 1983. – 173 с.
8. Циркуляційний окислювальний канал : пат. 95503 UA : МПК C02F 3/02 (2006.01), C02F 3/12 (2006.01), C02F 11/12 (2006.01). № а 200906885; заявл. 01.07.2009 ; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.
9. Струминний сифонний аератор шахтного типу: пат. 96865 UA : МПК C02F 3/02 (2006.01), C02F 3/22 (2006.01), C02F3/24 (2006.01), C02F1/74 (2006.01), C02F7/00, B01F 3/04 (2006.01). № а 201006409 ; заявл. 25.05.2010 ; опубл. 25.11.2011, Бюл. № 22.

PROTECTION OF WATER BODIES SMALL SETTLEMENTS THROUGH THE USE OF IMPROVED DESIGN CIRCULATION OXIDATION CHANNELS

A. Samokhvalova, Cand. Sci. (Tech.), N. Onischenko

Kharkiv national University of construction and architecture

Sumskaya str., 40, Kharkiv, 61002, Ukraine, E-mail: samokhvalova_anya@mail.ua; onishchenkonata33@gmail.com

Nowadays, the problem of timely disposal and treatment of waste water, the problem of rehabilitation and sanitary protection of water bodies, pre-treatment at special treatment facilities is of particular relevance. The simplest and most effective solution to the problem of wastewater treatment of small volumes is the connection to the central sewerage system. In most cases, however, this is not possible. In the specific conditions of the sewerage of small objects, the advantages are obtained by cost-effective treatment facilities, simple in their design and practical during operation. The paper analyzes the problem of drainage and treatment of wastewater small volumes. Proposed solutions to this problem through the creation and use of improved design of combined oxidation channel site dewatering of the sludge mixture. In this design the jet siphon aerator of mine type is used.

Key words: wastewater, small towns, sewage treatment, biological methods, circulating oxidation channels.

REFERENCES

1. Henze M. Wastewater treatment.: per. from English. : Henze M., Armes P., La Cour-Jansen Th., Arvan E. – M.: Mir, 2006. – 480 p.
2. Razumovsky E. S. Wastewater treatment and disinfection of small settlements. / E. S. Razumovsky et al. – M.: Stroyizdat, 1987. – 152 p.
3. Sewage settlements and industrial enterprises. / N. I. Likhachev, I. I. Larin, S. A. Haskin, etc.; under the total ed., Rev. and extra – M. : Stroiizdat, 1981. – 639 p.

4. Samokhvalova A. I. Improving the efficiency and compactness of circulating oxidation channels: Dis. ... kand. tech. Sciences: 05.23.04 / Samokhvalova Anna Igorevna. – Kharkov, 2015. – 201 p.
5. Gudkov A. G. Biological treatment of municipal wastewater: textbook / A. G. Gudkov – Vologda: VoGTU, 2002. – 127 p.
6. Samokhvalova, A. I. Environmental safety systems for municipal and industrial wastewater treatment facilities using oxidation channels / A. I. Samokhvalova, I. A. Sherenkov // Scientific Bulletin of construction. – H. : HSTUCA, HOTV, ABU, 2009. – Issue 54. – P. 335 – 338.
7. Juriev B. T. Treatment of waste water of small objects / B. T. Juriev. – Riga : Avots, 1983. – 173 p.
8. Oxidation channel : Pat. 95503 UA: IPC C02F 3/02 (2006.01), C02F 3/12 (2006.01), C02F 11/12 (2006.01). No. a 200906885; Appl. 01.07.2009; publ. 10.01.2011, bull. No. 1.
9. Siphon jet aerator mine type: Pat. 96865 EN : IPC C02F 3/02 (2006.01), C02F 3/22 (2006.01), C02F3/24 (2006.01), C02F1/74 (2006.01), C02F7/00, B01F 3/04 (2006.01). No. a 201006409 ; Appl. 25.05.2010; publ. 25.11.2011, bull. No. 22.

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ АГРАРНИХ АВТОТРАКТОРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*В.П. Дмитриков, д.т.н., проф., В.В. Падалка, к.т.н., доц., Р.Ю. Молодцов, магістрант
вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна. E-mail: vald44@i.ua*

Розглянуто роль екологічного ризику в забезпеченні екологічної безпеки, в тому числі при надзвичайних ситуаціях. На прикладі аграрних автотракторних підприємств показано необхідність вдосконалення методів оперативного визначення ступеня техногенно-екологічного ризику, критеріїв його комплексної оцінки при концептуальному підході. Основна роль в оцінці техногенно-екологічного ризику належить блоку інформаційних систем, який включає інформаційно-пошукову, інформаційно-аналітичну, інформаційно-логічну і експертну системи разом з програмним забезпеченням. Використання блоку інформаційних систем дозволяє оцінити еколого-економічні наслідки техногенних ризиків, розробити заходи щодо зменшення та запобігання техногенно-екологічних ризиків. Розглянуто та проаналізовано основні підходи до вирішення існуючих проблем, пов'язаних з техногенно-екологічними ризиками при функціонуванні аграрних автотракторних підприємств.

Ключові слова: аграрне автотракторне підприємство, інформаційні системи, екологічні ризики

The role of environmental risk in ensuring environmental safety, including in emergency situations, is considered. On the example of agricultural automotive tractor enterprises, the need for improving the methods for the rapid determination of the degree of technogenic and environmental risk, the criteria for its integrated assessment with a conceptual approach is shown. The main role in the assessment of technological environmental risk belongs to the block of information systems, which includes information retrieval, information-analytical, information-logical and expert systems along with software. Using a block of information systems allows us to evaluate the environmental and economic consequences of technological risks, to develop measures to reduce and prevent technological risks. The main approaches to solving existing problems associated with technogenic and environmental risks in the operation of agricultural automotive tractor enterprises are reviewed and analyzed.

Keywords: agricultural automotive tractor enterprise, information systems, environmental risks

Вступ.

Найважливішою проблемою сучасності є забезпечення екологічної безпеки при інтенсивному розвитку продуктивних сил суспільства, використанні природних ресурсів і пов'язаних з цим забруднень навколишнього середовища, погіршенням якості середовища проживання живих істот.

Збільшення числа об'єктів підвищеної небезпеки пов'язано з розміщенням на території України значної кількості хімічних і радіаційно небезпечних об'єктів, багатьох тисяч кілометрів магістральних газо- і нафтопроводів, організованих і неорганізованих сховищ токсичних, пожежонебезпечних та вибухонебезпечних відходів та ін.

Специфіка сучасної ситуації полягає в тому, що зміни в навколишньому природному середовищу відбуваються швидше адаптації до них біогеоценозу, що часто призводить до незворотних наслідків, а підтримка стабільності біогеоценозу на потрібному рівні відбувається все важче. Слід зауважити, що навколишнє природне середовище розвинених країн включене в систему соціально-економічних відносин як вкрай важливий компонент національного надбання, пов'язаний з національною і загальнолюдською безпекою.

Беручи до уваги все зростаючі масштаби прямого збитку від надзвичайних ситуацій, витрат на їх ліквідацію слід вважати, що при відсутності державної політики економіка країни буде не в змозі компенсувати втрати від надзвичайних ситуацій. Будуть потрібні

науково обґрунтовані розробки і значні матеріальні витрати для реалізації комплексу заходів правового, економічного і політичного характеру.

Управління ризиком розуміють як процес досягнення гарантованого Конституцією України рівня безпеки разом з формуванням необхідних економічних і соціальних умов, причому економічна складова у вирішенні проблем екологічної безпеки є виключно важливою. На жаль, в даний час в управлінні розвитку суспільством концепція «прийняттого ризику» все більше тяжіє над концепцією «абсолютної безпеки».

Розгляд огляду досліджень з управління рівнем ризику показав, що екологічний ризик є найважливішим фактором екологічної безпеки; для достовірної його оцінки використовують комплексні підходи, які, наприклад, включають принципи і рекомендації теорії управління в соціальних та економічних системах, системного аналізу, методу імітаційного моделювання та ін. Важливу роль при цьому відводять цільовим функціям, котрі вирішують проблеми достовірності інформації та оптимальності дислокації областей максимального і прийняттого ризику. Відповідно до обраних критеріїв екологічного ризику розробляють належне програмне забезпечення під ділові та імітаційні ігри.

Мета роботи - оцінити можливість застосування інформаційних систем для зниження ступеня техногенно-екологічного ризику при функціонуванні аграрних автотракторних підприємств.

Концепція комплексної оцінки техногенно-екологічного ризику.

Теоретичну основу роботи складають фундаментальні положення екологічної безпеки, екологічного моніторингу, управління екологічним ризиком. В роботі також використано методичні підходи для якісних і кількісних оцінок критеріїв техногенно-екологічного ризику і факторів впливу, імітаційного моделювання ситуацій із застосуванням програмного забезпечення.

Автотракторної підприємства (АТП) роблять значний вплив на навколишнє природне середовище, породжуючи в умовах техногенезу велику кількість різних екологічних ризиків за рахунок механічного, хімічного і фізичного видів забруднень. АТП при звичайній виробничій діяльності одночасно є і об'єктами, і суб'єктами техногенно-екологічного ризику. Наприклад, викиди і скиди шкідливих речовин підвищують їх концентрацію в робочій зоні АТП і впливають на здоров'я і безпеку технічного персоналу.

Вагомий внесок в техногенно-екологічні ризики аграрних АТП вносять методи обкатки, діагностики стану транспортних засобів, їх технічного обслуговування, капітального і поточного ремонту. Екологічні ризики АТП також пов'язані з упаковкою, зберіганням і використанням добрив і пестицидів.

В оцінці керованих і не керованих техногенно-екологічних ризиків основна роль належить блоку інформаційних систем, який представлений інформаційно-пошуковою, інформаційно-аналітичною, інформаційно-логічною та експертною системами разом з програмним забезпеченням.

Самостійну роль при оцінці ризику відводять контролю і моніторингу, в складі якого знаходяться системи аналітичного контролю екологічних забруднювачів навколишнього природного середовища, які утворюються при виконанні основних технологічних операцій, побічних і допоміжних операцій АТП. Наприклад, розроблені і введені в дію нормативні документи з оцінки викидів в атмосферу від працюючих двигунів внутрішнього згорання, до яких відносять сажу, оксиди азоту, оксид вуглецю, вуглеводні (особливо бенз/а/пірен), діоксид сірки.

Певна ступінь техногенно-екологічного ризику пов'язана також з аваріями і катастрофами на транспорті та АТП із значною шкодою навколишньому природному середовищу, впливаючи на біогеохімічний цикл в цілому. Сукупність отриманої інформації по АТП дозволяє виконати за допомогою математичного забезпечення імітаційне моделювання стану даного об'єкта з метою підвищення надійності та достовірності отриманих відомостей.

Блок інформаційних систем для визначення і оцінки техногенно-екологічних ризиків при функціонуванні аграрних АТП показано на рис 1.

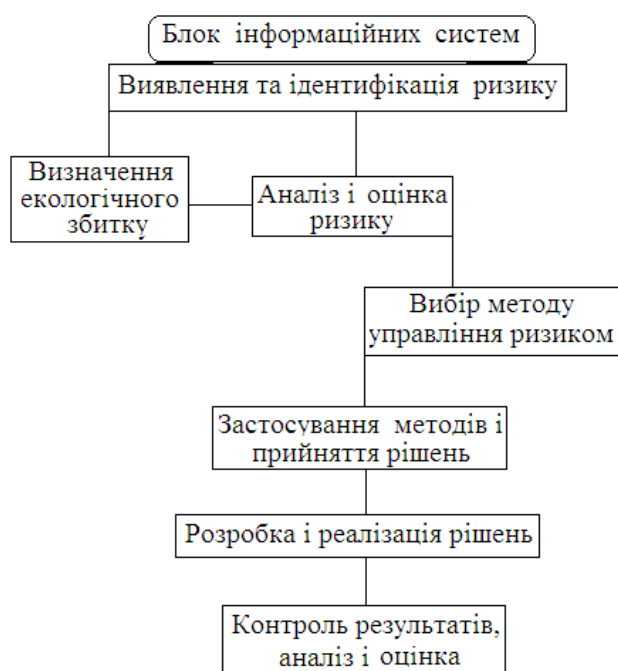


Рисунок 1– Блок інформаційних систем для визначення і оцінки техногенно-екологічних ризиків при функціонуванні аграрних АТП

Екологічні аспекти господарської діяльності підприємства вимагають прийняття екологічно орієнтованих управлінських рішень за допомогою визначення можливих техногенно-екологічних ризиків, оцінки еколого-економічних наслідків ризиків, врахування громадської думки, розробки заходів щодо зменшення та запобігання екологічних ризиків.

При певних обставинах кількісна оцінка техногенно-екологічних ризиків, пов'язаних з діяльністю підприємства, утруднена, але розуміння таких ризиків дозволить зменшити їх негативні наслідки і оцінити перспективи щодо їх усунення. Управління ризиками допомагає виконати оцінку ризиків, пов'язаних з такою стратегією. Після оцінки ризиків доцільно розробити відповідну програму заходів щодо пом'якшення і мінімізації ризиків.

З метою усунення / мінімізації сукупності техногенно-екологічних ризиків на аграрному АТП необхідно сформувавши екологічний ризик-менеджмент, який базується на апробованій методології управління ризиками. Така методологія включає взаємозв'язок між типами і етапами екологічного ризик-менеджменту, ефективність дії якої полягає в сукупному підході до вирішення проблем на підприємстві, розробці практичних рекомендацій і безпосередній участі в їх вирішенні. Інші існуючі концепції управління ризиками також є прийнятними для вибору способу вирішення проблем на аграрному АТП.

Висновки.

Моделювання різних станів об'єкта, пов'язаних з техногенно-екологічним ризиком, дозволяє вивчати критичні режими моделі об'єкта, фактори впливу на них, прогнозувати можливі зміни в системі, оптимізувати проектні варіанти, приймати і реалізовувати управлінські рішення щодо зниження техногенно-екологічного ризику.

Для підтримки стабільності роботи аграрних АТП слід аналізувати екологічні ризики, розробляти і впроваджувати відповідні антиризикові заходи.

Ефективне управління ризиками вимагає формування структури звітності та аналізу для ефективного виявлення і оцінки ризиків та вжиття необхідних заходів щодо контролю та зниження ризиків. Необхідно проводити регулярний аудит політики підприємства і виконання вимог екологічних нормативів з метою виявлення можливостей для вдосконалення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глобинец Г.И. Система управления рисками агропромышленного предприятия / Г.И. Глобинец // Культура народов Причерноморья. – 2006. - №82. – С.22 - 29.
2. Качинський А. Інтегральні оцінки ризику екологічної безпеки регіонів України / А. Качинський, Л. Глуцький, Г. Сонкіна // Регіональна економіка. – 2001. – № 1. – С. 213–221.
3. Камнева І.О. Управління екологічним ризиком в металургійній промисловості / І.О. Камнева // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – 2013. – Вип.1, т.2. -С. 225-228.
4. Коморін В. М. Міжнародний досвід з оцінки екологічних ризиків / В.М. Коморін, Н. М. Шапошникова // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2009. – №8 – С. 5-13.
5. Мочалова Л.А. Экологические риски промышленного предприятия и управление ими / Л.А. Мочалова // Известия Уральского государственного горного университета, 2010. – С.125-131.
6. Новиков А.Н. Концепция снижения экологических рисков при эксплуатации автомобильного транспорта /А.Н. Новиков, О.А. Иващук // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2005. - №3. - С.31-33.
7. Сидорчук Н. Экологические риски: анализ, расчеты, аудит / Н. Сидорчук, Н. Асамбаев // Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2002. - №3. – С.29-38; №4. – С.37-44.
8. Тихомиров Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками / Н.П. Тихомиров, В.А. Зубакин, Я.Н. Друбецкий. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.
9. Ткаченко І. О. Ризики у транспортних процесах : навч. посібник / І. О. Ткаченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 114 с.
10. Eurostat 2006, Production of toxic chemicals, by toxicity class, online, Eurostat website <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.

REFERENCES

1. Globinets G.I. Sistema upravleniya riskami agropromyshlennogo predpriyatiya / G.I. Globinets // Kul'tura narodov Prichernomor'ya. - 2006. - №82. - S.22 - 29.
2. Kachins'kiy A. Íntegral'nyi rizikuy ekologíchnoi bezpeki regiónív Ukraíni / A.A. Kachins'kiy, L. Gluts'kiy, G. Sonkína // Regíonal'nay ekonomíka. - 2001. - № 1. - S. 213-221.
3. Kamnêva Í.O. Upravlínnyay ekologíchnim rizikom v metalurgíyníy promislovostí / Í.O. Kamnêva // Teoreticheskiye i prakticheskkiye aspekty ekonomiki i informatsionny khtekhnologiy. - 2013. - Vip.1, t.2. -S. 225-228.
4. Komorín V. M. Mízhnarodniy dosvíd z otsínkiy ekologíchnikh rizikív / V.M. Komorín, N. M. Shaposhnikova // Vísnik Odes'kogo derzhavnogoy ekologíchnogo uníversitetu. - 2009. - №8 - S. 5-13.
5. Mochalova L.A. Ekologicheskkiye riski promyshlennogo predpriyatiya i upravleniye imi / L.A. Mochalova // IzvestiyaUral'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta, 2010. - S.125-131.
6. Novikov A.N. Kontseptsiya snizheniya ekologicheskikh riskov pri ekspluatatsii avtomobil'nogo transporta/ A.N. Novikov, O.A. Ivashchuk // Remont, vosstanovleniye, modernizatsiya. - 2005. - №3. - S.31-33.
7. Sidorchuk N. Ekologicheskkiye riski: analiz, raschety, audit / N. Sidorchuk, N. Asambayev // Resursy, informatsiya, snabzheniye, konkurentsia. - 2002. - №3. - S.29-38; №4. - S.37-44.
8. Tikhomirov N.P. Metody analizai upravleniya ekologo-ekonomicheskimi riskami / N.P. Tikhomirov, V.A. Zubakin, YA.N. Drubetskiy. - M .: YUNITI-DANA, 2003. - 350 s.
9. Tkachenko Í. O. Riziki v transportnykh protsessakh: navch. posíbnik / Í. O. Tkachenko; Kharkív. nats. un-tmís'k. gosp-vaim. O. M. Beketova. - Kharkív: KHNUMG ím. O. M. Beketova, 2017. - 114 s.
11. Eurostat 2006, Production of toxic chemicals, by toxicity class, online, Eurostat website <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.

АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ПРИКЛАДІ КІРОВОГРАДСЬКОГО РЕГІОНУ

М.І. Сокур, д.т.н., проф., О.В. Харламова, к.т.н., доц.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

вул. першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: ivanov@ukr.net

Сучасна епоха характеризується швидкими темпами технічного і економічного розвитку, який має і негативні екологічні наслідки, що змушує людство переглянути пріоритети свого майбутнього. Змінити ситуацію можливо за системним, загальним розвитком і узгодженням рішень соціальних, економічних і екологічних проблем суспільства, тобто його переходом на умови сталого збалансованого розвитку.

З позиції системності та комплексності на регіональному рівні авторами досліджень економіко-екологічні проблеми підприємства на прикладі Кіровоградського регіону, оскільки баланс рівноваги у державі і її поступальний розвиток мають бути забезпеченими лише за умови активізації регіональних особливостей регіональної політики, розширення прав і обов'язків регіонів.

Ключові слова: екологічна безпека, регіон, Кіровоградщина, відходи, довкілля, інтегральний індекс.

Вступ. Кіровоградська область розташована у центральній частині України на площі 24,6 тис. км², що складає 4,1% усієї території України. Область багата на корисні копалини: буре вугілля, сланці, торф, графіт, уранові руди, будівельні матеріали, а також на родючі чорноземи. Область достатньо забезпечена одними ресурсами. Але стан екологічної безпеки в області викликає обґрунтоване занепокоєння, як жителів області, так і науковців, тому дослідження і аналіз стану екологічної безпеки є життєво важливою і надзвичайно актуальною науково-технічною і суспільною проблемою.

Матеріал і результати досліджень. Питома вага області щодо випуску продукції та послуг складає 1,4%, забезпечуючи 1,6% валової добавленої вартості держави.

Проте поряд із цими показниками, які свідчать про природно-ресурсний потенціал в інтересах суспільства та для потреб економіки у регіоні має місце низка економіко-екологічних проблем, які потребують свого вирішення:

1. Проблема охорони поверхових та підземних вод від забруднення викликана значною диспропорцією між потужностями водозабірних та каналізаційних очисних споруд, а також надмірною зношеністю каналізаційних мереж.

2. Потребує свого вирішення в області проблема водопостачання якісною водою та каналізація окремих населених пунктів, особливо села. Близько 21% водогінних мереж перебуває в аварійному стані, 25% каналізаційних мереж амортизовано.

3. В останні роки набуває гостроти проблема поводження з відходами. Тільки промислових відходів у регіоні накопичено 50,8 млн. тонн, в тому числі за рахунок гідрометалургійного заводу у м. Жовті Води - 47,2 млн.т. та золи Олександрійських ТЕЦ (3,5млн. т.).

На територіях Світловодського району та м. Світловодська виявлені факти несанкціонованого та з порушеннями правил поховання промислових токсичних відходів підприємств м. Світловодська, які здійснені 30 років назад. Ці поховання не охороняються, до них існує необмежений вільний доступ населення, яке проводить там розкопки з метою видобування відходів дорогоцінних металів, що може породити неконтрольоване забруднення довкілля та негативно впливати на стан здоров'я.

Постійну загрозу забрудненню навколишнього середовища створюють залишки непридатних та заборонених пестицидів, які знаходяться у сільськогосподарських та інших підприємствах регіону.

Продовжує ускладнюватися питання поводження із побутовими відходами. Система організованого збору їх майже зруйнована, особливо у зонах індивідуальної забудови у

містах, що призвело до несанкціонованого утворення неорганізованих сміттєвих звалищ, особливо у водоохоронних зонах, балках, ярах, лісових полезахисних смугах тощо.

Фактором негативного впливу на навколишнє середовище є руйнація Кременчуцького водосховища на території Світловодського району та міста Світловодська. Режим експлуатації водосховища та його гідрологічні умови дають підстави зробити висновок, що у недалекому майбутньому воно призведе до зруйнування житлових будівель.

В області існує загроза підтоплення та зруйнування житлового фонду під час пропуску паводку на р. Інгул, оскільки протипаводкові заходи не проводяться за браком коштів.

Надмірно висока ступінь сільськогосподарського освоєння (83,1%) та розорювання земельного фонду (74,5%) супроводжується розвитком процесів деградації ґрунтів, які охоплюють значні площі сільськогосподарських угідь, 50% з яких піддаються водній ерозії.

У зв'язку з невирішеністю проблеми забезпечення населення побутовим паливом за браком коштів загрозове поширення набула вирубка дерев на паливо та на будівництво, особливо навколо населених пунктів.

На території області мають місце виходи на поверхню радону та продуктів його розпаду, особливо у місцях добування урану. При обстеженні території області найбільші концентрації радону 222 (від 2000 до 5000 БК/м) за припустимому рівні 50 для приміщень постійного знаходження зафіксовано у погребях та підвалах міст Знамянка та Кіровограду, селах Зелене, Івано-Благодатне, Калинівка, Мар'ївка тощо. Брак коштів не дозволяє проводити радіаційне обстеження та вивчення ситуації у містах і діяльності уранодобувних підприємств НВО «Схід ГЗК».

Через відсутність державного фінансування практичне призупинено здійснення програми «Ліс», метою якої є розширення лісокритих площ до встановлених норм.

Впродовж останніх років закріпилась негативна тенденція щодо скорочення обсягів капіталовкладень у спорудження об'єктів природоохоронного призначення, що зумовило зниження питомої ваги вартості природоохоронних фондів підприємств.

Для вирішення згадуваних проблем необхідно сформувати методологію управління щодо оздоровлення навколишнього середовища з одночасною оцінкою рівня впливу забруднень на ґрунт, повітря і воду.

У цих умовах вартість природоохоронних заходів включає:

- власне затрати на реалізацію відповідного заходу (повітря або водозахисного);
- затрати щодо недопущення росту забруднень іншої сфери (повітря та води);
- затрати по вилученню та складуванню зростаючих обсягів твердих відходів.

При цьому результати природоохоронних заходів оцінюються за величиною запобіжного збитку.

Розроблений механізм стимулювання екологічної діяльності промислових підприємств з урахуванням екологічних затрат отримав позитивну оцінку фахівців Державного управління екології та природних ресурсів у Кіровоградській області, у державній холдінговій компанії «Олександрівугілля». Запропоновані методика та пропозиції по визначенню ефективності природоохоронних заходів, широко використовуються на підприємствах ВАТ НВО «Етал», ВАТ «Віра-Сервіс», ВАТ «Червона зірка», ВАТ «Гідросила», ЗАТ «Радій».

Упровадження розроблених рекомендацій сприяє формуванню та науковому обґрунтуванню механізму управління попитом та пропозицією на екологічно орієнтовну продукцію як на макроекономічному рівні, так і на промислових підприємствах різних форм власності.

Досліджуючи господарську інфраструктуру регіону, можна бачити неповне завантаження у роботі промислових підприємств регіону. Треба сказати, що це проблема не тільки регіону, але й усієї країни. Тому вихід з кризи, в якій опинилась наша держава, ми вважаємо, не може бути територіально суцільним, тобто одночасним для усіх регіонів, оскільки кожний регіон має різний стартовий рівень входу до ринку. Навіть в межах одного регіону існують території, які більш-менш активні у своєму розвитку. Це означає, що розвиток території регіону вимагає спеціальної системи регуляторних заходів, які повинні знаходитись в основі

регіональної політики у цілому. Саме тому, нині необхідні фундаментальні дослідження, які стосуються концептуальних підвалин розробки моделі ефективного функціонування регіону, його органічного існування на принципах сталого розвитку. Концептуальна модель регіональної політики повинна передбачити відповідний набір важелів та регуляторів розвитку у залежності від рівня розвитку регіону.

У практичній діяльності може бути використана та запропонована система інструментів (економічних, організаційних та соціальних) органами державної влади та місцевого самоврядування при розробці і реалізації заходів щодо урегулювання конкретних економіко-екологічних проблем, зокрема, у відношенні бізнес-планування в економічній сфері, в обґрунтуванні екологізації діяльності окремих підприємств та організацій на рівні регіону та країни, ефективно їх можна використати у вільній економічній зоні.

Слід відзначити, що методичний інструментарій діагностики рівня розвитку регіону нині знаходиться на стадії становлення, а тому наукове та практичне значення методичного підходу (у т.ч. соціального, економічного та екологічного) щодо комплексної оцінки рівня розвитку регіону має виявлятися у порівнянні умов та результатів його розвитку за комплексом ознак.

Розрахунок інтегрального індексу регіонального розвитку здійснюється за відомою формулою:

$$l_i = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l l_{ij}$$

де l_i - інтегральний індекс регіонального розвитку;
 l_{ij} - індекс розвитку і-того регіону за певний період;
 l — кількість показників (ознак).

Для визначення рівня сталого розвитку необхідна комплексна оцінка стану регіону, яка передбачає розрахунок інтегрального індексу сталого розвитку:

$$l_{cp} = \frac{R_{icp} + R_{ier} + R_{iecol.p}}{3}$$

де l_{cp} - інтегральний індекс сталого розвитку;
 R_{icp} - рейтинг і-того регіону по соціальному рівню розвитку;
 R_{ier} - рейтинг і-того регіону по економічному рівню розвитку;
 R_{iecol} - рейтинг і-того регіону по екологічному рівню розвитку. При групуванні регіонів необхідно визначити, які регіони відносяться до лідируючих, середньо-розвинених або проблемних (число відокремлених груп -3).

Розглядуваний нами регіон з низьким рівнем розвитку відноситься до категорії проблемних.

При визначенні рейтингу регіонів розрахунок інтегрального індексу визначеної сфери регіонального розвитку (соціальної, економічної, екологічної) при складному зведенні j -тих ознак на основі ранжирування регіонів за рівнем розвитку здійснюється за відомою формулою:

$$l_{Ry} = \frac{l}{n} \sum_{j=1}^n R_y$$

де l_{Ry} - інтегральний індекс регіонального розвитку;
 R_y - рейтинг регіону за j -тою ознакою;
 n - кількість ознак, за якими оцінюється рівень розвитку регіону

На основі інтегрального індексу сталого розвитку регіону визначається комплексна оцінка темпів росту регіону шляхом розрахунку інтегрального темпового індексу росту за відповідний період за формулою:

$$l_{ti} = \sqrt[n]{\prod_{t=1}^n (l + l_{ij})} - l$$

де l_{ti} - інтегральний темповий індекс росту і-того регіону за період t ;

I_{ij} - первинний (частковий) темповий індекс регіонального розвитку за j -тим показником (ознакою) у i -тому регіоні;
 j - номер показника; i - номер регіону;
 n - кількість показників (ознак).

Швидкість зростання визначається за формулою:

$$V = \frac{l}{T}$$

або

$$V = \frac{l}{l_{ii}}$$

Дана методика рейтингової оцінки рівня розвитку регіону дозволяє виявити причини і визначити проблеми розвитку.

Кіровоградська область відноситься до проблемного регіону. У цьому зв'язку з'ясуємо, що таке проблемний регіон.

Проблемний регіон – це таке просторово-територіальне утворення, у якому за соціальними, економічними, екологічними і іншими причинами припиняють діяти стимули розвитку, в результаті чого неможливо розраховувати на самостійне вирішення кризової ситуації.

Висновки. У Кіровоградському регіоні невідповідність між існуючим та бажаним станом соціально-економічної і екологічної сферами регіону загрожує сталості його розвитку, в результаті чого порушена рівновага системи, яка не може бути досягнута без мобілізації внутрішніх можливостей, а в деяких випадках - і зовнішніх втручань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Економічні аспекти екологічної діяльності : Монографія / Сокур М.І., Шмандій В.М., Гаврилов П.С., Харламова О.В., Кременчук, ПП Щербатих, 2011. – 200 с.

ANALYSIS OF THE FORMATION OF ENVIRONMENTAL HAZARD ON THE EXAMPLE OF THE KIROVOGRAD REGION

M.I. Sokur, O.V. Kharlamova

The modern era is characterized by the rapid pace of technical and economic development, which has negative environmental consequences, which causes humankind to reconsider the priorities of its future. It is possible to change the situation by systematic, general development and coordination of solutions to social, economic and environmental problems of society, that is, its transition to conditions of sustainable balanced development.

From the point of view of systematic and comprehensiveness at the regional level, the authors of the research study the economic and environmental problems of the enterprise in the example of the Kirovohrad region, since the balance of equilibrium in the state and its progressive development should be ensured only if the regional features of regional policy are enhanced, the rights and responsibilities of the regions are enhanced.

Keywords: environmental hazard, region, Kirovohrad region, waste, environment, integral index.

REFERENCES

1. Economic aspects of ecological activity: Monograph / Sokur MI, Shmandi VM, Gavrilov PS, Kharlamova OV, Kremenchuk, PE Shcherbatykh, 2011. - 200 p.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ДЕГАЗАЦІЇ

Ю.В. Куріс, д.т.н., проф.

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України
вул. Марії Капніст (Желябова), 2а, м. Київ, 03057, Україна. E-mail: aassuuss77@ukr.net

О.Б. Матяшева, викладач

Запорізький металургійний коледж Запорізького національного університету
вул. Немировича-Данченка, 71, м. Запоріжжя, 69091, Україна. E-mail:
hladskaya@gmail.com

Поточний стан поводження з відходами в Україні визнано серйозною проблемою на шляху реалізації стратегії сталого розвитку та «зеленого зростання» економіки. Організація впорядкованого використання відходів виробництва і споживання - тобто їх збирання, видалення, знешкодження, переробки, використання, знищення - перетворилася в останні роки в одну з найбільш гострих екологічних проблем України. Зазначена гострота визначається в першу чергу територіальною специфікою проблеми, пов'язаної з тим, що основний об'єм промислових відходів утворюється у відносно невеликому числі регіонів, тобто в місцях розташування хімічних, нафтохімічних, металургійних, целюлозно-паперових і деяких інших виробництв і районах видобутку корисних копалин. В результаті дослідження особливостей процесу анаеробної ферментації - динаміки зміни вмісту метану і діоксиду вуглецю в складі біогазу, що виділяється в навколишнє середовище при розкладанні органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів) була вдосконалена методика комплексної оцінки екологічної ефективності систем дегазації.

Ключові слова: полігон, ферментація, метан, газопроникність ґрунту, коефіцієнт

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Щорічно зростаючі обсяги утворення та розміщення відходів виробництва і споживання в навколишньому середовищі стають актуальною екологічною, економічною та соціальною проблемою сучасних індустріально розвинених урбанізованих територій. Перехід від стратегій екологічно безпечного захоронення відходів до сучасних методів управління ними стає важливим завданням регіонального та міжрегіонального рівнів. Це пов'язано з тим, що традиційна система управління відходами точкового (поселенського, муніципального) рівня, або рівня окремо взятого підприємства не здатна з економічних, екологічних і соціальних причин реалізувати оптимальні для даних умов способи використання, переробки, знешкодження, екологічно безпечного розміщення певного виду відходу і управляти їх потоками. Складність управління відходами пов'язана з їх різноманітністю, нерівномірністю утворення і руху, різноманітністю існуючих способів і технологій їх переробки та знешкодження [1].

Звалища і території полігонів є джерелами вторинного забруднення суміжних середовищ: атмосферного повітря, ґрунту, поверхневих і підземних вод. В результаті цього забруднення можливий негативний вплив відходів і продуктів їх трансформації на здоров'я людини [2]. В зв'язку з цим надзвичайно важливим є вивчення еколого-гігієнічної ролі полігонів і розробка заходів щодо попередження шкідливого впливу відходів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТ ДОСЛІДЖЕНЬ. В результаті процесів біорозкладання побутових відходів на полігонах і звалищах відбувається утворення шкідливих компонентів, що забруднюють довкілля.

Для прогнозування тривалого впливу полігонів доцільно застосовувати математичне моделювання. Використовуючи математичну модель побудований графік залежності кількості біогазу, що виділився з полігону довільної місткості протягом часу розпаду (рис. 1).



Рисунок 1 – Питомий вихід біогазу в атмосферу при деструкції побутових відходів

Таким чином, аналіз графічної залежності показує, що найбільш інтенсивне виділення біогазу відбувається в перші 5 років експлуатації, а при досягненні віку 30 років поступово йде затухання процесів.

Отже, забезпечення екологічної безпеки об'єктів, що знаходяться в безпосередній близькості до полігонів, необхідно здійснювати одночасно з будівництвом

полігону ТПВ.

Для оцінки небезпеки перевищення санітарних норм за метаном в повітрі зони полігонів, а також небезпеки вибуху метану проводиться розрахунок емісій біогазу з полігонів за виразом:

$$G = 0,52 \cdot \frac{q_e}{S} \cdot \frac{1 + 0,1H + 0,066\alpha}{H} \quad (1)$$

де G - об'ємна концентрація біогазу в суміші з повітрям, %; H - висота «розрахункової точки» над поверхнею полігону, м; q_e - річна кількість біогазу, що виділився з полігону; S - площа полігону, м²; α - кут поширення шкідливих речовин.

При наявності інформації про кількість біогазу, що виділився в атмосферу, а також його компонентний склад можливо наступне:

- оцінка ризику нанесення екологічних збитків природному середовищу;
- вироблення стратегії і способу захисту навколишнього середовища;
- розробка і здійснення заходів щодо захисту будівель і споруд.

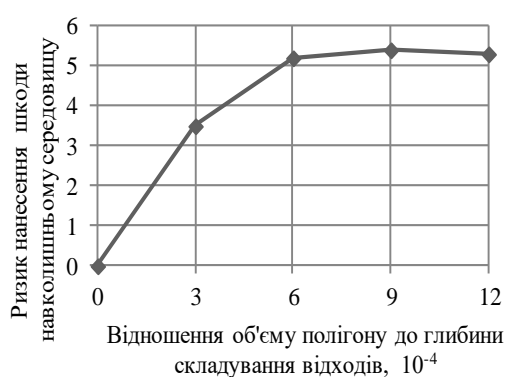
Для забезпечення безпечної експлуатації та оздоровлення територій слід здійснювати заходи, спрямовані на зниження або виключення попадання шкідливих компонентів в навколишнє середовище. Основним критерієм при ухваленні рішення про організацію таких заходів є ризик нанесення шкоди природному середовищу.

Крім того, при визначенні збитків атмосфері, що завдається полігонами ТПВ, необхідно встановлення граничних значень екологічної шкоди, при яких повинні здійснюються заходи щодо забезпечення екологічно безпечної експлуатації сміттєзвалищ.

Тому для оцінки тривалого впливу полігонів ТПВ на навколишнє середовище і виявлення ризику пропонується використовувати вдосконалену методику [3].

За даною методикою були розраховані значення сумарних ризиків при різних умовах експлуатації полігонів (вік, склад відходів, геологічні параметри ґрунтів, призначення території розташування). В результаті побудований графік залежності сумарного ризику нанесення шкоди навколишньому середовищу (рис. 2) при «базових» умовах (при мінімальному значенні ризику):

- вік полігону більше 25 років;
- склад відходів, складованих на полігоні, відповідає 100% ТПВ;
- укладання відходів здійснюється у вигляді сховища;
- вид основи полігону і ґрунту по шляху міграції біогазу - глина;
- в околицях полігону відсутні інженерні комунікації;
- будівлі, що знаходяться в зоні шкідливого впливу емісій біогазу з полігону, мають підвали;



- концентрація метану і діоксиду вуглецю над поверхнею полігону менше 5% (нижня межа вибуховості).

Рисунок 2 - Залежність сумарного ризику нанесення шкоди повітряному середовищу полігонами

Зростання ризику пояснюється місцевими умовами експлуатації полігону.

Геологічні параметри ґрунтів полігону впливають на поширення біогазу, що утворюється в товщі в результаті деструкції відходів. Коефіцієнт, що враховує геологічні параметри полігону наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 - Коефіцієнт, що враховує геологічні параметри полігону

Параметри		Коефіцієнт, k_{nut}	
		0,95	1,15
Відстань від полігону до об'єкта < 150 м	Вид породи основи (укосів) полігону	гравій	глина
	Якість поверхні ґрунту на шляху міграції біогазу в товщі	хороша проникність	погана проникність
Параметри		Коефіцієнт, k_{nut}	
		0,65	0,0,85
Відстань від полігону до об'єкта \wedge 150 м	Вид породи основи (укосів) полігону	гравій	глина
	Якість поверхні ґрунту на шляху міграції біогазу в товщі	хороша проникність	погана проникність

В результаті значення коефіцієнта, що враховує геологічні параметри полігону, зростає при зменшенні відстані від полігону ТПВ до даного об'єкту і виключення розсіювання біогазу внаслідок поганої газопроникності ґрунтів на шляху його міграції. Наявність інженерних комунікацій в околицях полігону створює пріоритетний напрямок переміщення біогазу і значно підвищує ризик негативного впливу на об'єкт.

На полігонах для унеможливлення потрапляння шкідливих речовин, що утворюються в результаті деструкції відходів, в атмосферу доцільно застосовувати активні системи дегазації. До заходів щодо забезпечення екологічної безпеки на об'єктах, що захищаються, відноситься пристрій ізоляції тунелів інженерних комунікацій в околицях будівлі, цокольних

поверхів, а також обладнання приміщень автоматичними вентиляційними системами з сигналізацією загазованості.

Екологічний ефект від будівництва системи дегазації оцінюється екологічним коефіцієнтом ефективності. Збір утвореного біогазу, дозволить знизити парниковий ефект, зменшити попадання в атмосферу шкідливих речовин, що виділяються з полігонів ТПВ, а також отримати економічний ефект від запобігання викиду шкідливих речовин внаслідок загорання відходів.

Економічний коефіцієнт ефективності відображає додаткову економічну вигоду від впровадження установок збору і утилізації біогазу. Полігони ТПВ є «біогазовим родовищем», розробка якого економічно вигідна. Біогаз є альтернативним паливом і тому його слід розглядати з точки зору економії невідновлюваних джерел енергії (природного газу).

Показники, що характеризують різні сторони функціонування технічних систем, мають різну розмірність і різну кількісну оцінку. Тому необхідно перетворення окремих показників системи в вид, зручний для інженерної оцінки об'єкта.

Відомо, що на продуктивність системи збору впливають кілька чинників: вид ґрунту обсіпання шарів полігону, вид системи збору, положення системи збору в товщі полігону та ін. Тому для достовірності оцінки ефективності систем збору необхідно ввести ряд коефіцієнтів, що враховують геологічні чинники і геометричні особливості систем.

Екологічна ефективність впровадження систем збору залежить від параметрів зниження парникового ефекту кпе, шкоди навколишньому середовищу кнс і емісії шкідливих речовин кшр.

При визначенні екологічної ефективності впровадження систем збору біогазу доцільно враховувати річні експлуатаційні витрати на експлуатацію систем збору.

ВИСНОВКИ. Таким чином, для вдосконалення методики оцінки ефективності будівництва систем дегазації запропонований ряд коефіцієнтів, що враховують геологічні характеристики полігонів, геометричні особливості систем збору, а також економічний аспект доцільності будівництва. Удосконалена методика являє практичну цінність при розробці рекомендацій з проектування полігонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Куріс Ю.В., Погребняк Ю.В., Матяшева О.Б. Дослідження шкідливого впливу полігонів твердих побутових відходів на навколишнє середовище. Енергетика та електрифікація. 2017. №12. С. 28-32
2. Воробйов О.Ф., Матяшева О.Б., Куріс Ю.В. Вплив енергетичних об'єктів регіону на антропологію екологічно небезпечних факторів та здоров'я населення Запорізької області. Енергетика та електрифікація. 2015. №4. С. 42-47
3. Куріс Ю.В., Матяшева О.Б., Кожемякін Г.Б. Екологічний вплив емісії шкідливих речовин з полігонів твердих побутових відходів: матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. 27-28 квітня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 67-69

IMPROVING INTEGRATED ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF DEGASSING SYSTEMS

Yu. Kuris

Institute of Technical Thermal Physics NASU (Kiev Ukraine)

vul. Maria Kapnist (Zhelyabov), 2a, Kiev, 03057, Ukraine. E-mail: analytik@rambler.ru

O. Matyasheva

Zaporozhye Metallurgical College of Zaporozhye National University

vul. Nemirovitch-Danchenko, 71, Zaporozhye, 69091, Ukraine. E-mail: hlads kaya@gmail.com

The current state of waste management in Ukraine has been recognized as a serious problem in the implementation of the strategy of sustainable development and green growth of the economy.

This severity is determined primarily by the territorial specificity of the problem of the fact that the bulk of industrial waste is generated in a relatively small number of regions, that is, in the locations of chemical, petrochemical, metallurgical, pulp and paper and some other production and mining areas. As a result of the study of the peculiarities of the anaerobic fermentation process - the dynamics of the change in the content of methane and carbon dioxide in the composition of biogas released into the environment during the decomposition of organic substances (proteins, fats, carbohydrates), the methodology of comprehensive assessment of the ecological efficiency of degassing systems has been improved.

Key words: polygon, fermentation, methane, soil gas permeability, coefficient.

REFERENCES

1. Kuris Yu., Pogrebnyak Y., Matyasheva O. Research into the harmful impact of solid household waste landfills on the environment. Energy and electrification. 2017. №12. pp 28-32.
2. Vorobyev A., Matyasheva O., Kuris Yu. Influence of energy objects of the region in anthropology of environmentally dangerous factors and health of the population of Zaporozhye region. Energy and electrification. 2015 №4. pp. 42-47.
3. Kuris Yu., Matyashev O., Kozhemyakin G. Environmental impact of emission of harmful substances from solid household waste landfills: materials of III international scientific and practical. конф. April 27-28, 2017. Ternopil: Step, 2017. pp. 67-69.

ПЕРЕРОБКА ЖИРОВИХ ВІДХОДІВ ЯК ЧИННИК ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Шмандій В.М. д.т.н., Безденсжих Л.А. к.т.н., Харламова О.В. к.т.н.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: ecol4207@gmail.com

Робота присвячена технології переробці жирової сировини, що утворюється на м'ясопереробних підприємствах та має низьку якість. Дана технологія полягає у переробці низькоякісного курячого жиру в біодизельне пальне. В процесі очищення сировини для одержання біодизельного пального використовувався наноструктурований адсорбент, виготовлений з рослинних відходів – соняшникового лушпиння. Доведено можливість переробки вторинної жирової сировини в біодизельне пальне з використанням наноструктурованого адсорбенту та каталізатору Калій метилату. Визначено основні фізико-хімічні властивості одержаного біодизельного пального та порівняння їх з існуючими нормативами на біодизельне пальне. Встановлено, що одержане біодизельне пальне має високу якість. Дана технологія переробки вторинної жирової сировини дозволяє зменшити надходження у навколишнє середовище відходів агропромислового комплексу, а саме соняшникового лушпиння та відходів м'ясопереробних підприємств у вигляді низькоякісної жирової сировини шляхом переробки їх у біодизельне пальне.

Ключові слова: жирові відходи, біодизельне пальне, наноструктурований адсорбент.

Вступ. Енергетична залежність України в умовах постійного зростання цін на енергоносії актуалізує пошук альтернативних джерел енергії. У роботі розглянуто можливості створення власних потужностей для виробництва біодизельного пального з поновлюваних сировинних ресурсів.

Екологічність такого пального полягає у скороченні викидів Карбон (IV) оксиду: під час згоряння біодизельного пального виділяється рівно така ж кількість Карбон (IV) оксиду, яку було спожито з атмосфери рослиною, що є вихідною сировиною для виробництва олії за весь період її росту. При виробництві та використанні 1 дм³ дизельного палива виділяється 3 кг Карбон (IV) оксиду, а біодизельного – 0,5 кг [1].

Скорочення запасів органічних палив (нафта, газ), проблеми охорони навколишнього середовища, пов'язані зі шкідливими викидами в атмосферу, призвели до того, що все частіше як паливо двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) знаходить застосування біологічне

паливо: ріпакове, кокосове, пальмове масло, соняшникова олія, соя, а також відпрацьована рослинна олія, тваринні жири, риб'ячий жир тощо[2].

В Європі як паливо переважно використовують метиловий ефір ріпакової олії, так зване біодизельне паливо. При врожаї насіння ріпаку біля 30 ц/га можна виробляти до 2000 дм³ біодизельного пального. Разом з тим, виробництво біопалива розширюється, йде пошук технологій, які покращать його характеристики. Під виробництво рослинної сировини для біодизельного пального відчужуються великі земельні площі, на яких нерідко використовують підвищені дози засобів захисту рослин. Це призводить до біодеградації ґрунтів і зниження якості ґрунтів [2]. Біопаливо виробляють з рослинних олій, одержуваних з сої, ріпаку та інших сільськогосподарських культур. Ці олії мають високу собівартість, що становить до 60-80% від собівартості одержуваного з них біодизельного палива і дозволяє іншому продукту, а саме курячому жиру, стати новою унікальною біодизельною сумішшю. Вартість одного кілограму технічного курячого жиру від 5 до 7,5 гривень за кілограм.

Актуальною екологічною проблемою для м'ясопереробної галузі є очищення виробничих вод, що утворюються на різних стадіях виробництва. М'ясожирові та м'ясопереробні цехи м'ясокомбінатів являються джерелом утворення стічних вод, забруднених жирами.

На птахофабриці у Полтавській області щоденно утворюється понад 100 тонн стічних вод. Вміст жирів у стічних водах забійного цеху складає 400-1000 мг/ дм³. Очищення зазначених стоків призводить до утворення побічних продуктів, які піддають похованню на спеціальних полігонах. У зв'язку з цим актуальним постає завдання розробки і застосування ефективних і недорогих способів утилізації низькоякісних жирових відходів[3].

Виробництво біопалива з жирової сировини тваринного походження дозволить знизити собівартість продукції, що випускається, більш раціонально використовувати саму сировину за рахунок ефективної утилізації жирових відходів, а також позитивно вплине на екологію автотранспорту підприємства і міста в цілому, а отже, і на здоров'я людини за рахунок зниження рівня утворення вихлопних газів[4].

Мета роботи – науково-практичне обґрунтування отримання біодизельного пального з вторинної жирової сировини.

Матеріал і результати досліджень.

Найпростішою технологією одержання метилових ефірів жирних кислот є циклічна, заснована на переестерифікації тригліцеридів жирової сировини метанолом із використанням основних або кислотних каталізаторів. Як сировину для виробництва біодизельного пального можна використовувати відходи м'ясопереробних підприємств.

Через велику гігроскопічність біодизельного пального необхідно здійснювати контроль вмісту води в ньому, щоб уникнути небезпеки розвитку мікроорганізмів, утворення пероксидів і корозійного впливу на елементи паливної апаратури [1].

Адсорбентом, отриманим з соняшникового лушпиння, проводиться обробка сировини (курячого жиру) для видалення води. Отриманий жир попередньо нагрівається до рідкого стану (близько 60°C), при цьому проводиться визначення густини жиру (кг/м³), вмісту вологи (%) та кислотного числа (мг КОН/г) [3].

Естерифікація жирних кислот проводиться у дві стадії: підготовка сировини шляхом естерифікації вільних жирних кислот у присутності гетерогенного сульфокислотного полімерного каталізатору СП-1, та подальшої переестерифікації нейтрального жиру бутанолом у присутності гомогенного каталізатору Калій метилату. Вихід біодизельного пального розраховують за зміною кислотного числа реакційної суміші.

Для швидкої і повної переестерифікації бутанол береться з надлишком, тому бутилові ефіри необхідно очистити від нього. Після проходження реакції переестерифікації вміст метилових ефірів повинен бути вище 96 %.

Використовувати бутилові естери як паливо для дизельної техніки без попереднього очищення від продуктів омилення неприпустимо. Мило засмітить фільтр і утворить нагар, смоли в камері згорання. При цьому сепарації і центрифугування недостатньо.

Відділення продуктів омилення від біодизельного пального здійснювали за допомогою наноструктурованого адсорбенту з соняшникового лушпиння. [3].

Заключний етап – сушка бутилових естерів жирних кислот, так як вода призводить до розвитку мікроорганізмів в біодизельному пальному і сприяє утворенню вільних жирних кислот, що викликають корозію металевих деталей.

Для визначення технології одержання похідних жирів методом алкохолізу використано низькоякісний курячий жир, вміст вологи якого 7%, КЧ 22,5 мг КОН/г

У даному випадку, при використанні курячого жиру, як основу для виготовлення біодизельного пального, необхідна попередня фільтрація для видалення домішок і надлишкової води. Якщо воду не видалити, то станеться гідроліз тригліцеридів. В результаті отримаємо не біодизельне пальне, а солі жирних кислот.

Для приведення вмісту вологи у вихідній сировині до необхідних значень застосовуємо наноструктурований адсорбент, виготовлений з соняшникового лушпиння згідно методики, у кількості 1-3 % від маси жиру[3].

При досягненні необхідного значення вмісту вологи у вихідній сировині відділяємо адсорбент з суміші фільтруванням.

Аналіз впливу каталізатора на вихід цільового продукту показано, вказує на те, що при використанні 5% мас. гетерогенного сульфокислотного каталізатору СП-1, вихід біодизельного пального складає 96,7% за 4 год, в той же час як збільшення вмісту каталізатору до 10 % мас. дозволяє отримати вихід 92,6 %, практично на тому ж рівні, але вже за 1 год. Таким чином в залежності від виробничих можливостей і потреб, бутаноліз курячого жиру можливо проводити при кількості каталізатора від 5 до 10 % мас. впродовж 1-4 год.

Було застосовано статистичний аналіз при дослідженні процесу естерифікації низькоякісного курячого жиру.

В результаті математичної обробки експериментальних даних було одержано наступну регресійну залежність для процесу естерифікації вільних жирних кислот у низькоякісній жировій сировині:

$$Y = 37,3 + 2,57 \cdot x_1 + 3,8 \cdot x_2 + 15,25 \cdot x_3 + 3,27 \cdot x_1 \cdot x_3$$

де Y – реальне значення критерію оптимальності для кожного процесу; x_i – кодовані значення факторів для аналізованих процесів.

Статистичний аналіз значущості коефіцієнтів рівняння регресії і перевірка адекватності рівняння виявили його статистичну достовірність процесу. Аналіз отриманого рівняння регресії дозволяє зробити висновки:

- найбільш значимим фактором є кількість каталізатору в реакційній масі;
- позитивні знаки коефіцієнтів вказують на те, що зі збільшенням значень факторів збільшується вихід біодизельного пального.

Попередньо відфільтровану від гетерогенного каталізатора та продуктів естерифікації низькоякісного курячого жиру (КЧ=0,5мгКОН/г), суміш без додаткових технологічних операцій направляємо на лужну переестерифікацію.

Бутаноліз проводили впродовж 1 год. Аналіз отриманих результатів показує, що найбільший вихід біодизельного пального спостерігається при використанні каталізатору Калій метилату в кількості 0,8 % від маси жиру[5]. Зниження виходу бутилових естерів жирних кислот при збільшенні вмісту лужного каталізатору Калій метилату пояснюється можливістю прискорення за його участі реакції омилення нейтрального жиру або естеру, що утворюється.

Після лужної переестерифікації з реакційної суміші відділяють гліцерол, шляхом відстоювання впродовж 2 год, відганяють надлишок бутанолу і очищають від залишків гомогенного каталізатору Калій метилату і мил за допомогою наноструктурованого адсорбенту з рослинних відходів.

Властивості одержаного біодизельного пального були досліджено згідно стандартних методів в порівнянні з існуючими нормами на біодизельне пальне (табл. 1).

Таблиця 1 Фізико-хімічні показники одержаного біодизельного пального в порівнянні з нормами згідно з ДСТУ 6081:2009 та EN 14214.

Показник	Отримане значення	Значення згідно з ДСТУ 6081:2009 та EN 14214
Масова частка естерів, %, не менше	96,7	96,7
Густина за температури 15 °С, кг/м ³	873	860-900
Температура спалаху в закритому тиглі, °С, не менше	120	120
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	0,5	0,5

ВИСНОВКИ

Робота присвячена вирішенню науково-практичної задачі, яка полягає в переробці відходів м'ясопереробних підприємств у біодизельне пальне.

На основі проведених досліджень сформульовано наступні висновки:

1. Отримано адсорбент з соняшникового лушпиння, який застосовується для зменшення вмісту вологи у вихідній сировині та очищенні отриманого біодизельного пального від залишків гомогенного лужного каталізатору Калій метилату і мил.

2. Експериментальними дослідженнями процесу одержання біодизельного пального та низькомолекулярних спиртів доведено, що з вторинної жирової сировини можливо одержувати біодизельне пальне з загальним виходом 96,7%.

3. Встановлено основні технологічні параметри процесу одержання біодизельного пального для каталізатора Калій метилату, додержання яких дозволяє отримати біодизельне пальне.

4 Встановлено, що якість дизельного біопального відповідає вимогам ДСТУ 6081:2009 та EN 14214:2003. Так, температура спалаху становить 120 °С (за Євростандартом – не менше 120 °С), що позитивно впливає на роботу дизельних двигунів. Густина палива за температури 15 °С становить 873 кг/м³, що також у межах норми. Бутанол, вода, сульфур, гліцерол, механічні домішки та залишки мила у паливі зовсім відсутні, а тому його можна вважати екологічно чистим і безпечним у використанні. Цетанове число становить 53 (за стандартом – не менше 51), що забезпечує ефективне спалювання у двигуні, а кислотне число не перевищує 0,5 мг КОН/г (за стандартом – не більше 0,5).

5. Проведено економічні розрахунки щодо використання дизельними транспортними засобами міста Кременчук бінарної суміші Б-50, що дозволить можливість зекономити майже 10 млн. дм³ мінерального дизельного пального на 7 тис. автотранспортних засобів на рік.

Таким чином, проведені дослідження дозволять зменшити надходження у навколишнє середовище відходів агропромислового комплексу, а саме соняшникового лушпиння та відходів м'ясопереробних підприємств у вигляді низькоякісної жирової сировини шляхом переробки їх у біодизельне пальне.

ЛІТЕРАТУРА

1. Одержання біопалива на основі соапстоку/ Безденежних Л.А., Перфілова Н.О., Мартинова Т.Н. та ін.// Екологічна безпека. Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип.№17 – С.98-102.
2. Шмандій В.М., Безденежних Л.А. Основи біогеохімії: навч. посіб. Херсон, ЛДІПЛЮС 2014, 190с.
3. Шмандій В.М., Безденежних Л.А., Харламова О.В. Спосіб отримання сорбенту, номер заявки 119632, номер патенту(51) МПК В01J 20/22, 2017.
4. Моніторинг станів екологічної небезпеки, що формується у техногенно навантаженому комплексі/ Шмандій В.М., Безденежних Л.А., Харламова О.В., Ригас Т.Є. /Науковий журнал «Вісник КрНУ»Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип.№17 – С.83-88.
5. Філінська Т.Г. та ін. Властивості біодизельного палива на основі жировмісної сировини / IV Міжнар. наук.-техніч. конф. студ., аспір. та молод. Вчених «Хімія та сучасні технології»: – Дніпро, 2009. – 324 с.

LITERATURE

1. A receipt of biopropellant is on basis to the soapstock/ Bezdeneznych L.A., Perfilova N.O., and other. Ecological safety. Kremenchuk: KrNY, 2014. - №17 – Vol.98-102.
2. Shmandiy V.M., Bezdeneznych L.A. Bases of biogeochemistry : навч. посіб. Kherson, OLDIPLYC 2014, 190c.
3. Shmandiy V.M., Bezdeneznych L.A., Kharlamova O.V. Method of receipt of sorbent, number of request 119632, number of patent (51) of МПК В01J 20/22, 2017.
4. Shmandiy V.M., Bezdeneznych L.A., Kharlamova O.V. and other Monitoring of the states of ecological danger that is formed in technogenic complex/ A scientific magazine "Announcer KrNY" is Kremenchuk: 2016. -№17 - V.83-88.
5. Filinckay O.V. and other. A synthesis and properties of biodiesel fuel are on the basis of fat raw / "Chemistry and modern technologies" : is Dnipro, 2009. – 324 v.

ANOTATION

The work is dedicated to technology of recycling of secondary raw fat produced in meat-processing plants and is of poor quality. This technology is in the processing of low quality kuryachno fat into biodiesel. In the process of producing biodiesel used nanostructured adsorbent made from vegetable waste – sunflower husks.

The possibility of processing of raw fat into biodiesel using nano-structured adsorbent and catalyst potassium methylate. There were the basic physical and chemical properties of the biodiesel and compare them with existing regulations on biodiesel. It is found that the resulting biodiesel is of high quality. This technology utilization of secondary raw fat will reduce environmental releases of waste of agriculture, namely sunflower husks and waste meat processing plants in the form of low-quality raw materials by processing fat into biodiesel them.

KEY WORDS: raw fat, biodiesel, nano-structured adsorbent,

РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ ЕКОЛОГІЧНО ПРИЙНЯТНОГО ПРОЛІЗНОГО ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ТА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Л.М. Маркіна, к.т.н., доц.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

проспект Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54000, Україна. E-mail: markserg@ukr.net

Досліджено сучасний стан утворення та накопичення твердих органічних відходів, встановлено негативний вплив об'єктів поводження з відходами на навколишнє середовище. Створено передумови зменшення впливу шкідливих речовин на довкілля шляхом розвитку наукових основ екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних та побутових відходів. Представлено методику досліджень технологічних процесів.

Ключові слова: тверді органічні побутові та промислові відходи, екологічно прийнятні процеси, піроліз.

Вступ. Розвиток України тісно пов'язаний з екологічною безпекою, що в першу чергу базується на раціональному використанні, охороні та відновленні природно-ресурсний потенціалу та збереженні довкілля. Це обумовлює необхідність прийняття національної екологічної, енергетичної та соціальної політики у сфері поводження з відходами збереження навколишнього середовища.

В Україні щороку утворюється близько 300 тис. тон твердих органічних побутових та промислових відходів. Такі відходи становлять небезпеку для довкілля та здоров'я людини. Рівень переробки твердих органічних побутових та промислових відходів (ТОП та ПВ) в нашій країні не перевищує 20 % за різними класами небезпеки, що не дозволяє забезпечувати екологічну безпеку на прилеглих територіях в результаті потрапляння шкідливих речовин у навколишнє середовище від їх накопичення, складування, захоронення та недосконалих технологічних процесів утилізації. Тому вирішення проблеми накопичення відходів шляхом утилізації їх екологічно прийнятним процесом є актуальною задачею сучасності.

Мета роботи. Розвиток наукових основ екологічно прийняттого піролізного процесу утилізації твердих органічних побутових і промислових відходів, які враховують особливості та закономірності впливу способів і технологічних параметрів на показники якості отриманих продуктів, а також його екологічну безпеку.

Матеріал і результати досліджень. Відходи є одним з найбільш значних факторів забруднення довкілля. Величезні обсяги накопичення твердих побутових відходів - це реальна небезпека для населення і навколишнього природного середовища, яка є на сьогодні складною проблемою і потребує негайного розв'язання, щопов'язане із забрудненням практично всіх компонентів природного середовища: атмосфери, ґрунту, поверхневих і підземних вод.

Вагомий вклад у вирішення питання екологічної небезпеки накопичення і переробки побутових та промислових відходів з отриманням корисних продуктів зробили Антонюк С.І., Барський В.Д., Беренгартен М.Г., Борисенко О.Л., Вамболь В.В., Власов Г.О., Внукова Н.В., Гомеля М.Д., Гонопольський А.М., Горох М.П., Гриценко А. В. Гурець Л.Л., Корбут М.Б., Коцюба Ш.Г., Крайнов І.П., Кузнецов В.Л., Мальований М.С., Мірний А.Н., Ніколайкіна Н.Є., Парфенюк О.С., Петрук В.Г., Познякова Є.І., Попович В.В., Радовенчик Я.В., Сістер В.Г., Скронний А.Л., Сталінський Д.В., Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шмандій В.М., Шубов Л.Я.

Відходами називають продукти діяльності людини в побуті, на транспорті, в промисловості, які не використовуються безпосередньо в місцях свого утворення і які можуть бути реально чи потенційно використані як сировина в інших галузях господарства або в ході утилізації.

Промислові відходи - це залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися в ході виробництва і частково або повністю втратили свої споживчі якості. Відходи споживання або побутові - це колишня у вживанні продукція або супутні їй вироби, непридатні для подальшого використання за прямим призначенням і списані в установленому порядку машини, побутові вироби, інструменти.

Тверді органічні побутові та промислові відходи – це харчові відходи, гілля та листя, мули стічних вод, які мають вологість більше 60 %, та використана тара та пакування, папір та картон, зношені автомобільні шини, змащене ганчір'я, показник вологості яких не перевищують 12 %, що впливає на характеристику маси їх суміші.

За даними Держстата у 2017 році в Україні зібрано 11,3 млн. тон побутових відходів, або 265,3 кг з розрахунку на одного мешканця країни. Лідерами серед країн за утворенням харчових відходів є Нідерланди (51,9%) та Україна (45%). Найбільше паперових відходів у Канаді (70%), Швеції (44%) та Японії (40,6%), найменше – у Іспанії (15%) та Грузії (19%). Серед країн спостерігається рівномірне накопичення на полігонах ТПВ полімерів (від 3% до 20%), металів (від 2% до 9,5%), текстилю (2,4% до 5%) та скла (від 6% до 10%).

Накопичення ТПВ в Україні на сьогодні можна поділити на заховання, або санкціоноване складування на полігоні, та несанкціоноване складування відходів. Площа території, що займають відходи, займає понад 2 % усієї держави, а в районах мегаполісів – більше 7 % прилеглих територій.

Об'єкти розміщення відходів часто не відповідають вимогам безпеки довкілля. Майже всі об'єкти починали експлуатувати від 10 до 30 років тому й більшість із них заповнені на 90 %. Майже жодне звалище не має спеціальних водозахисних засобів типу захисних дамб чи стін, каналів тощо.

На звалищах не забезпечено захист від забруднення атмосфери, ґрунтів, прилеглих ділянок, поверхневих та ґрунтових вод, та перешкоджання поширенню хвороботворних мікроорганізмів. Одним із основних недоліків видалення відходів на звалища є значна потреба у площі. Так, для заховання 1 т сміття потрібна площа 3 м². Маса відходів містить велику кількість вологих органічних речовин, що, розкладаючись, виділяють гнильні запахи і фільтрат. Під час висихання продукти неповного розкладу утворюють насичений забруднювачами і мікроорганізмами (від 300 до 15 млрд на 1 г сухої речовини). Ще однією частою проблемою є займання та пожежі на звалищах з утворення та емісією в атмосферу таких речовин як CO, CO₂, NO_x, SO₂, CH₄.

В країнах ЄС 98,6% відходів піддано обробці, 12 країн забезпечило стовідсоткове оброблення побутових відходів, і лише у Словенії та Латвії частка оброблених відходів є меншою за 90%, в Україні лише 5% піддається методам переробки на утилізації.

Відмінність відходів за джерелами походження і фізико-хімічними властивостями зумовлює різноманіття технічних засобів і устаткування для утилізації, а зростаючі масштаби проблеми вказують на необхідність промислової переробки складованих відходів.

З урахуванням санітарних вимог захисту населення у світовій практиці розроблені та використовуються такі схеми знезараження, переробки, утилізації відходів: заховання на полігонах (анаеробний процес); переробка ТПВ шляхом компостування (аеробний процес); термічна утилізація шляхом спалювання, піролізу, термолізу, плазмолізу, газифікації; знезараження ТПВ шляхом механічного подрібнення і подальшого брикетування та інші.

Недоліками компостування органічної складової частини відходів є обмеженість в складі сировини, значний проміжок часу, який потрібний для отримання компосту з відходів (від кількох місяців до року), трудоємність і багатоопераційність процесу, наявність виробничих площ для розміщення компостних штабелів та забруднення середовища важкими металами.

Спалювання побутового сміття, окрім зниження об'єму і маси, дозволяє отримувати додаткові енергетичні ресурси, які можуть бути використані для централізованого опалювання і виробництва електроенергії. До недоліків цього способу належить виділення в атмосферу шкідливих речовин, а також знищення цінних органічних і інших компонентів, що містяться у складі побутового сміття. При спалюванні отримують до 40 % золи від сухої маси, що потрібно складувати на додаткових територіях, і газоподібні продукти у вигляді двоокису вуглецю, пари води, різних домішок: альдегіди, феноли, хлорорганічні сполуки (діоксин, фуран), а також з'єднання важких металів.

Незважаючи на гостру необхідність масштабної промислової переробки накопиченого обсягу відходів, обладнання для сміттепереробних заводів в Україні, які працюють за методу спалювання давно фізично і морально застаріло і атмосферні викиди таких підприємств зводять нанівець екологічний ефект їх діяльності, а модернізація їх у найближчому майбутньому не передбачається.

Традиційний процес піролізу має ті самі недоліки, що і пряме спалювання відходів. Піролізний газ необхідно очищувати від кислих газів типу хлористого водню (HCl), внаслідок чого цей процес стає досить дорогим через застосування спеціального устаткування і використання каустичної або кальцинованої соди. При цьому також не можна уникнути забруднення довкілля важкими металами.

Альтернативою піролізу є процес газифікації, що відбувається аналогічно, але за температури 800-1300°C і наявності невеликої кількості повітря наявність у смітті хлорорганічних сполук за високої температури призводить до інтенсивного утворення діоксинів, а солі важких металів із процесу не виводяться і потрапляють у навколишнє середовище.

Найбільшу складність викликає переробка пластмаси, синтетичних полімерів, відходів пакувань. Саме тому пошук нових рішень в питаннях утилізації ТОВ та ПВ має першочергову важливість. Важливо, що застосовані методи забезпечували екологічну безпеку не тільки технологічних процесів, а також отриманих продуктів, які в подальшому можливо застосовувати як корисні продукти, наприклад, в якості альтернативних палив.

Питання отримання та застосування альтернативних палив є стратегічними й успішно вирішуються багатьма країнами у світі, оскільки дозволяють розширити енергетичну базу, знизити залежність від стану природних ресурсів (у тому числі нафти) і коливань цін на них, зменшити забруднення навколишнього середовища.

Аналіз світового та національного досвіду шляхів поводження з твердими органічними побутовими та промисловими відходами показав, що створення наукових основ екологічно прийнятних технологій утилізації відходів, тобто таких, які унеможливають або мінімізують попадання небезпечних речовин до атмосферного повітря, ґрунтів та водних об'єктів у наднормативних концентраціях, шкідливих для довкілля та здоров'я людей, є актуальною проблемою, вирішення якої є підґрунтям та передумовою покращення екологічного стану об'єктів накопичення та переробки зазначених відходів та прилеглих до них територій, а також підвищення ефективності ресурсо- та енергозбереження.

Висунуто ідею, що зменшення шкідливого впливу на довкілля об'єктів накопичення, зберігання ТОВ та ТВ, а також процесів їх утилізації можна досягти шляхом застосування піролізного способу за визначених параметрів та устаткування з отриманням товарної продукції у вигляді синтетичного рідкого та газоподібного палив, пірокарбону та металокорду.

Для досягнення поставленої мета розроблено методологічну базу проведення наукових досліджень (рис.1). Досягнення визначеної мети та розв'язання поставлених завдань засновано на комплексному використанні підходів та методів системного аналізу. Серед теоретичних методів використовувались методи аналізу і синтезу, індукції і дедукції для узагальнення науково-технічних літературних джерел, при формулюванні наукової проблеми та виявлення основних напрямків досліджень та формулювання висновків, причинно-наслідкових зв'язків – під час дослідження складу, властивостей і впливу накопичення твердих органічних побутових та промислових відходів на навколишнє середовище; системного підходу, моделювання і порівняння – під час аналізу основних технологій утилізації з відходами.

Методи фізичного і математичного моделювання процесу на експериментальних установках, експериментальні дослідження деструктивних перетворень вуглеводнів на піролізному устаткуванні, визначення складу і властивостей сировини і продуктів реакції методами хроматографії.

Методами фізичного і математичного моделювання описано процеси термічної деструкції твердих органічних побутових та промислових відходів в піролізному обладнанні; розроблено математичну модель для визначення долі сконденсованих фракцій, їх складу та якості. Методи оптимізації в моделюванні технологічних процесів з використанням комп'ютерних технологій. З використанням аналітично-розрахункових методів - програмного забезпечення Excel та програмного комплексу ASTRA 4 проведено розрахунки термодинамічних показників термічної утилізації відходів за технологією піролізу.

У процесі проведення практичних та експериментальних досліджень використані наступні методи: інфрачервоної спектрофотометрії – для дослідження складу і властивостей отриманих продуктів; статистичної ідентифікації даних моделям – для перевірки однорідності та достовірності експериментальних даних. Для визначення теплового потоку

при розрахунках елементів конструкцій технологічного обладнання застосовувались загальні рівняння теплопровідності. Для реєстрації показників процесу використовували вимірвальні прилади прямої дії (термопари).

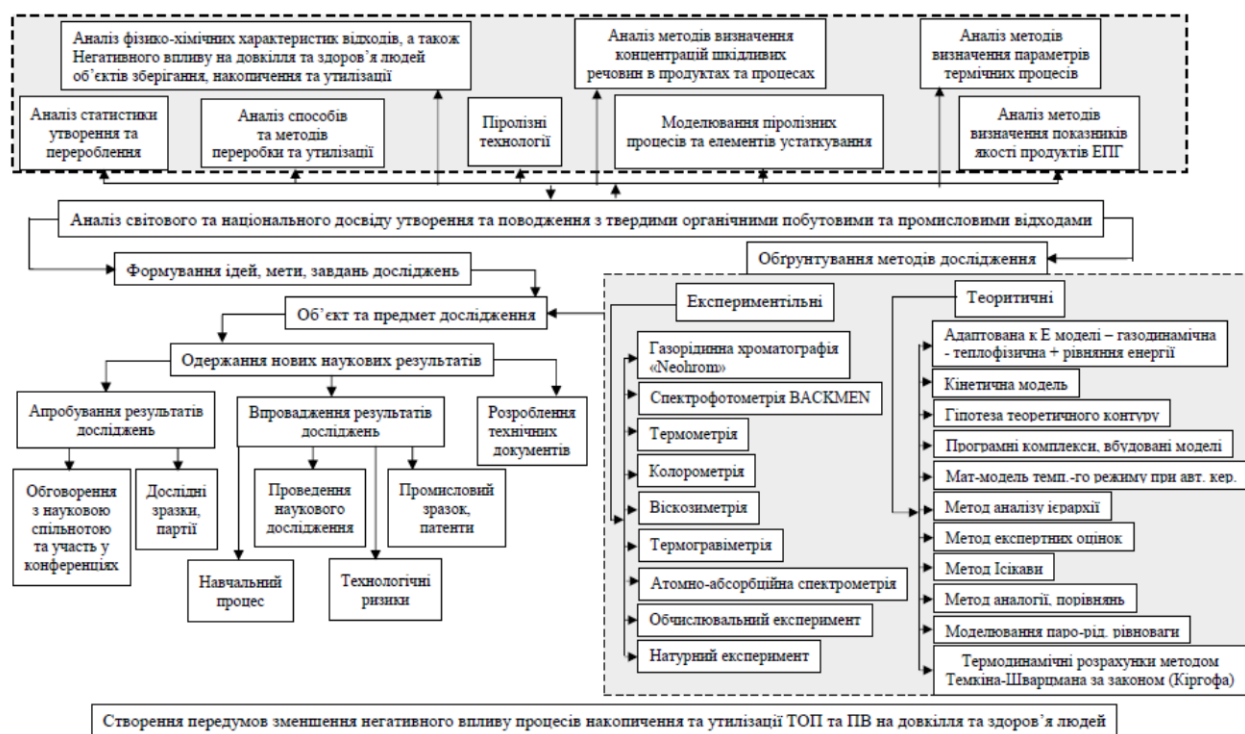


Рисунок 1 – Методологія наукових досліджень

Для дослідження рідкого продукту використано хроматографію як один з найпотужніших аналітичних методів, що розділяє багатоконпонентні суміші на окремі компоненти та одночасно дає кількісну характеристику кожного компоненту, гравіметричний метод та методи хімічного аналізу.

При дослідженні залежностей тепло- і газовиділення застосовували методи фізичного моделювання процесів. Для визначення вмісту компонентів у відхідних газах використовували електрохімічний газоаналізатор, а також методи фізико-хімічного аналізу продуктів. Отримані результати обробляли з використанням методів статистичної та математичної обробки даних із використанням програмного комплексу Microsoft Office.

Висновки. Аналіз різних джерел інформації і вивчення сучасних питань поводження з відходами показав, що проблема накопичення, негативного впливу на довкілля є дуже актуальною, тому для її вирішення запропоновано методологічну базу для розвитку наукових основ екологічно прийнятної піролізного процесу утилізації твердих органічних та побутових відходів.

TITLE

L. Markina, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof

National University of Shipbuilding named after adm. Makarov

av.Heroes of Ukraine,9, Mykolaiv, 54000, Ukraine. E-mail: markserg@ukr.net

The current state of formation and accumulation of solid organic waste has been investigated, the negative impact of waste management facilities on the environment has been determined. Prerequisites for reducing the impact of harmful substances on the environment by developing the scientific foundations of an environmentally friendly pyrolysis process for the disposal of solid organic and household wastes have been created. The technique of technological process research is presented.

Key words: *solid organic household and industrial waste, environmentally friendly processes, pyrolysis.*

ІММОБІЛІЗАЦІЯ ЛІПАЗИ RHIZOPUS JAPONICUS З МЕТОЮ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ

В.Ю. Скляр, аспірант, Г.В. Крусір, д.т.н., проф.

Одеська національна академія харчових технологій

вул. Канатна 112, м. Одеса, 65039, Україна. E-mail: vsklyar1993@gmail.com

Відомо, що ферменти як клас біологічних молекул володіють дуже низькою стабільністю. У зв'язку з цим актуальною проблемою є збільшення стабільності та ефективності ліпази шляхом іммобілізації ферментних препаратів. В ході досліджень було визначено, що метод фізичної сорбції - найефективніший метод іммобілізації ліпази *Rhizopus japonicus*. Також були підібрані оптимальні умови іммобілізації. Використання активованого вугілля приводить до максимального збереження вихідної ліполітичної активності. Оптимальне вагове співвідношення носій:фермент склало 1 г біополімерного носія на 500 мг ліпази (1:0,5) із збереженням 36,33 % вихідної активності нативного фермента. З отриманих експериментальних даних слідує, що раціональними умовами іммобілізації *Rhizopus japonicus* є: ГМ 1,5, температура 25 °С, тривалість іммобілізації 15 хв, розмір часток активованого вугілля, в якості матриці, складає 2,0-2,8 мм. Ліполітична активність ферменту, іммобілізованого за даних умов, зберігається більше, ніж на 30 % в порівнянні з нативним, що є високим показником збереження активності.

Ключові слова: умови сорбційної іммобілізації, ліпаза, *Rhizopus japonicus*, відходи, олійно-жирова галузь.

Вступ. Одним з найважливіших завдань харчової промисловості є розвиток комплексної переробки сировини і відходів, а також підвищення ефективності цієї переробки. У сучасному світі швидкий розвиток біотехнології, наукові відкриття в галузі ензимології зробили ферментні препарати широко застосованими в багатьох галузях. Для того, щоб зробити використання ферментів у біотехнологічних процесах більш сприятливим, застосовуються різні методи зниження витрат, і іммобілізація є одним із них. Іммобілізація забезпечує швидке відділення ферменту від продукту. Іммобілізовані ліпази можна використовувати практично у всіх відомих на сьогодні біотехнологічних процесах для одержання цінних продуктів. В нашому випадку це переробка відходів олійно-жирових підприємств, а саме відходів стадії деметалізації саломасу з рослинних олій.

Біокатализатори на основі іммобілізованих клітин практично ідеально підходять для досягнення цілей і задач біотехнології. Чимала роль у якості іммобілізованих біокатализаторів належить іммобілізованим ферментам. Однак, використання іммобілізованих препаратів індивідуальних ферментів має ряд недоліків. Це низька стабільність, здатність каталізувати тільки одну реакцію, можливість уживання лише тих ферментів, що не вимагають регенерації кофакторів. Використання іммобілізованих клітин дозволяє уникнути очищення необхідних ферментів, стабільність ферментів у нативному оточенні у середині клітини збільшується, здійснюється тривала безперервна регенерація кофакторів [1, 2].

Можливості клітинного метаболізму набагато ширші, ніж при використанні окремого ферменту, це дозволяє здійснювати набагато більш складні синтези, трансформації, деструкції, багатостадійні сполучені процеси. У більшості випадків необхідно підтримувати цілісність і життєздатність клітин, а також зберігати їх у тій фазі розвитку, у якій синтезуються необхідні клітинні ферменти, нарешті, варто враховувати і можливість протікання побічних процесів [3].

Іммобілізовані препарати ферментів характеризуються низькою переваг, такими як розширення рН- і термооптимумів дії, збільшення рН- і термостабільності, пролонгування дії іммобілізованих ферментів, матриця при функціонуванні іммобілізованих препаратів в реальних умовах захищає фермент від агресивної дії реакційного середовища [2, 4].

Найбільш ефективним методом стабілізації ферментів є їх іммобілізація на носіях різної

природи. Найбільш ефективні матриці для іммобілізації ліпази – активоване вугілля, глини та біополімерні матриці. Як матриці для іммобілізації ферменту були вибрані харчові глини неорганічного походження та інші – полімерні матриці, які найбільш широко використовуються в якості носіїв ферментів і використовуються в олійно-жировій промисловості. Присутність в них різних функціональних груп, розвинута поверхня обумовлює їх високу сорбційну ємність відносно неорганічних і інших полярних молекул [2, 5].

В попередніх роботах [6, 7] показано ефективність використання ліпази *Rhizopus jaronicus* при гідролізі саломасу та визначено умови продуктивного гідролізу відходу. Вагове співвідношення ліпаза:субстрат 1:50, температура середовища 40°C, рН реакційної суміші 7,0. Приведені раніше експериментальні дані свідчать про низьку рН- і термостабільність ферменту, що указує на необхідність її стабілізації.

Мета роботи. Розробка умов іммобілізації ліпази *Rhizopus jaronicus*.

Матеріал і результати досліджень. Об'єктами дослідження були ліпаза *Rhizopus jaronicus* виробництва підприємства «Ензим» (м. Ладижин Вінницької області, Україна), яка проявляє найбільшу активність по відношенню до саломасу [6] та саломас з рослинних олій (ПрАТ «Вінницький ОЖК»).

Для дослідження процесів адсорбції ліпази *Rhizopus jaronicus* використовувались носії — кізельгур (ТОВ «Tripel Group», ТДВ «Кіровоградський механічний завод»), асканіт (ТОВ «Askangel Alliance Georgia»), активоване вугілля (ТОВ Перша газопромислова компанія), трепел (ТОВ «Tripel Group», ТДВ «Кіровоградський механічний завод»), агар-агар (ТОВ «Хімпостачання»), карагінан (ТОВ «Хімпостачання»), хітозан (Xi'an Sonwu Biotech Co.,Ltd.).

З метою одержання стабільного препарату ліпази, який проявляє достатню для ферментолізу саломасу ліполітичну активність, проведено іммобілізацію ліпази *Rhizopus jaronicus* на носіях неорганічного походження.

В ході досліджень були підібрані оптимальні умови сорбційної іммобілізації: носій просочували 10%-вим розчином ферменту в 0,1 М фосфатному буферному розчині, рН 7,0 од. рН, використовуючи ГМ 3 для агар-агару та карагінану, ГМ 1 – глини (кізельгур, асканіт, трепел) та ГМ 1,5 – для активованого вугілля та хітозану, при 23 °С і висушували препарат при температурі 40 °С.

Вибір носія для іммобілізації ліпази здійснювався за максимальним збереженням вихідної ліполітичної активності.

Експериментальні результати визначення оптимального вагового співвідношення носій:фермент наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Визначення оптимальних вагових співвідношень носій : фермент

Носій	Вагове співвідношення носій:фермент	Ліполітична активність	
		ЛО/г носія	% збереж. Від вих.
1	2	3	4
Кізельгур (Україна)	1:0,1	10,0	23,81
	1:0,3	26,1	20,71
	1:0,5	69,3	33,00
	1:0,7	91,4	31,09
	1:0,9	55,2	14,60
Активоване вугілля (2,0-2,8) (Україна)	1:0,1	14,0	33,33
	1:0,3	34,1	27,06
	1:0,5	76,3	36,33
	1:0,7	99,4	33,81
	1:0,9	88,2	23,33

Асканіт (Грузія)	1:0,1	7,0	16,67
	1:0,3	28,1	22,30
	1:0,5	66,4	31,62
	1:0,7	52,3	17,79
	1:0,9	50,1	13,25
Трепел (діатоміт) (Україна)	1:0,1	6,2	14,76
	1:0,3	13,1	10,40
	1:0,5	62,3	29,67
	1:0,7	66,4	22,59
	1:0,9	52,1	13,78
Агар-агар (Китай)	1:0,1	8,6	20,48
	1:0,3	26,2	20,79
	1:0,5	58,1	27,67
	1:0,7	62,3	21,19
	1:0,9	47,4	12,54
Карагінан (E407) (Китай)	1:0,1	8,1	19,29
	1:0,3	19,3	15,32
	1:0,5	54,2	25,81
	1:0,7	62,1	21,12
	1:0,9	47,4	12,54
Хітозан (Китай)	1:0,1	6,2	14,76
	1:0,3	23,5	18,65
	1:0,5	69,4	33,05
	1:0,7	87,1	29,63
	1:0,9	77,3	20,45

Таким чином, використання активованого вугілля з розміром зерен 2,0-2,8 як носія для іммобілізації ліпази, приводить до максимального збереження вихідної ліполітичної активності. Оптимальне за рівнем збереження ліполітичної активності вагове співвідношення носій:фермент склало 1 г біополімерного носія на 500 мг ліпази (1:0,5) із збереженням 36,33 % вихідної активності нативного фермента.

На ефективність іммобілізації впливають наступні чинники: температура, гідромодуль (ГМ, вагове співвідношення тверда фаза-рідина), тривалість процесу іммобілізації.

Експериментальні дані дослідження впливу гідромодуля, температури і тривалості процесу іммобілізації на ферментативну активність іммобілізованих на активованому вугіллі при масовому співвідношенні інгібітор-носій (1 : 0,5) наведені на рис. 1-3.

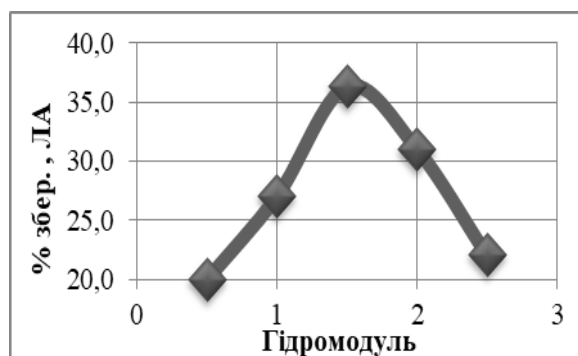


Рисунок 1 - Залежність активності іммобілізованої ліпази від гідромодуля

Як свідчать результати дослідження впливу гідромодулю іммобілізації на збереження ферментативної активності, які наведені на рис.1, найбільше значення збереження ліполітичної активності спостерігається за ГМ 1,5.

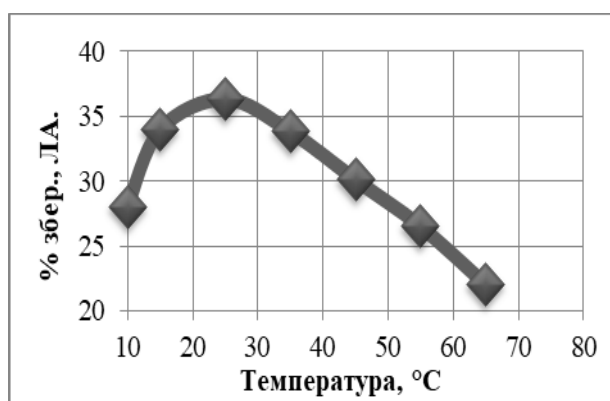


Рисунок 2 - Залежність активності іммобілізованої ліпази від температури

Результати дослідження впливу температури на ефективність процесу іммобілізації ліпази на активованому вугіллі, які наведені на рис.2, показують, що іммобілізована ліпаза стабільна в діапазоні 15...35 °С, а найбільша активність спостерігається при 25 °С. При підвищенні температури активність різко знижується.

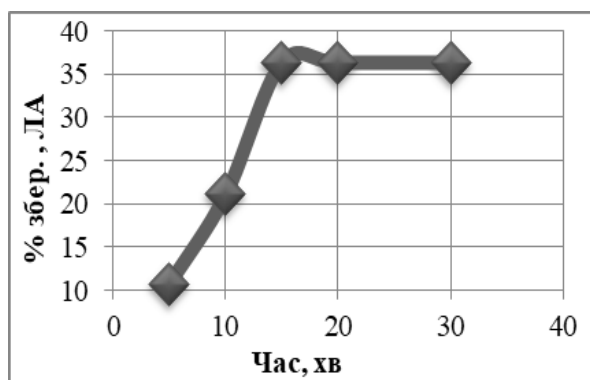


Рисунок 3 - Залежність активності іммобілізованої ліпази від тривалості іммобілізації

З результатів експериментальних досліджень, наведених на рис. 3, видно, що максимальне збереження ліполітичної активності спостерігається через 15 хв процесу іммобілізації. Подальше збереження активності ймовірно пояснюється інтенсифікацією денатураційних процесів.

денатураційних процесів.

З результатів експериментальних досліджень можна зробити висновок, що раціональними умовами іммобілізації ліпази *Rhizopus jaronicus* є: ГМ 1,5, температура 25 °С, тривалість іммобілізації 15 хв.

У зв'язку з тим, що фізико-механічні характеристики носія значно впливають на іммобілізацію, досліджували залежність ліполітичної активності іммобілізованої форми ліпази від розмірів частинок матриці. Вагове співвідношення фермент-носій складає – 1 : 0,5. Результати досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Залежність ліполітичної активності іммобілізованої ліпази від розміру частинок

№ п/п	Розмір частинок активованого вугілля, мм	% збер., ЛА
1	0,5-1,8	28,2
2	1,0-2,5	31,4
3	2,0-2,8	36,3
4	2,8-5,0	27,8
5	3,0-6,0	24,2

Результати експериментальних даних, наведених в табл. 2, дозволяють констатувати, що максимальна інгібіторна активність спостерігається при використанні активованого вугілля з розміром часток 2,0-2,8.

Висновки. З наведених результатів видно, що використання активованого вугілля з розміром зерен 2,0-2,8 мм, як носія для іммобілізації ліпази приводить до максимального збереження вихідної ліполітичної активності, яке при ваговому співвідношенні носій : фермент = 1:0,5 складає 36,33 % вихідної ліполітичної активності.

З отриманих експериментальних даних слідує, що раціональними умовами іммобілізації *Rhizopus jaronicus* є: ГМ 1,5, температура 25 °С, тривалість іммобілізації 15 хв, розмір часток

матриці 2,0-2,8 мм. Ліполітична активність ферменту, іммобілізованого за даних умов, зберігається більш ніж на 30 % в порівнянні з нативним, що є високим показником збереження активності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Келети Т. Основы ферментативной кинетики. Москва, 1990. Мир. 350 с.
2. Біокоректори процесів травлення: монографія / Черно Н. К. та ін. Одеса, 2009. 256 с.
3. Paiva, A. L., Balcão, V. M., Malcata, F. X., Kinetics and mechanisms of reactions catalyzed by immobilized lipases, *Enz. Microb. Technol.* 27 (2000) 187.
4. Пескова Л. О., Дехтяренко Н. В. Фермент ліпаза: аналіз галузей використання, продуцентів, способів одержання // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". 2014. вип. 3. С. 63-72.
5. V. Gunasekaran and D. Das, "Lipase fermentation: Progress and prospects", *Indian J. Biotechnol.* 2005. Vol. 4. P. 437—445
6. Research Study of the Conditions of Wastes Lipolysis Lipid Fraction / Sklyar V. et al. // *Journal of Ecological Engineering.* 2018. Vol. 20, No. 3. P. 152–156.
7. Skliar V., Krusir G., Zakharchuk V., Kovalenko I., Shpyrko T. Investigation of the fat fraction enzymatic hydrolysis of the waste from production of hydrogenated fat by the lipase *Rhizopus japonicus* // *Food science and technology.* 2019. Vol. 13, Issue 1. P. 27-33.

IMMOBILIZATION OF RHIZOPUS JAPONICUS LIPASE FOR THE PURPOSE OF PROCESSING WASTE OIL AND FAT INDUSTRY

V. Skliar, G. Krusir

Odessa National Academy of Food Technologies

str. Kanatnaya, 112, Odessa, 65039, Ukraine. E-mail: vsklyar1993@gmail.com

It is known that enzymes as a class of biological molecules have very low stability. In this regard, an urgent problem is to increase the stability and effectiveness of lipase by immobilizing enzyme preparations. In the course of studies, it was found that the method of physical sorption is the most effective method of immobilization of lipase *Rhizopus japonicus*. Optimum conditions for immobilization were also selected. The use of activated carbon leads to the maximum preservation of the initial lipolytic activity. It was shown that the use of activated carbon leads to maximum preservation of the initial lipolytic activity. The weight ratio of carrier/enzyme, optimal in terms of preservation of lipolytic activity, was 1 g of biopolymer carrier per 500 mg of lipase (1: 0.5) with preservation of 36.33% of the initial activity of the native enzyme. From the obtained experimental data, it follows that the rational conditions of immobilization of *Rhizopus japonicus* is GM 1.5, temperature 25 ° C, duration of immobilization 15 minutes, the size of particles of activated carbon as a matrix is 2.0-2.8 mm. The lipolytic activity of the enzyme immobilized under these conditions is preserved by more than 30% compared with the native, which is a high indicator of the preservation of activity.

Key words: conditions of sorption immobilization, lipase, *Rhizopus japonicus*, waste, oil and fat industry.

REFERENCES

1. Kelety, T. (1990), *Osnovy fermentativnoi kinytyky* [Basics of enzymatic kinetics], Мир, Moskva (in Russian)
2. Cherny, N.K., Krusir, G.V., Kovalenko, O.V. (2009), *Biocorrectors of etching processes* Monograph. Astroprint, Odessa (in Ukrainian)
3. Paiva, A. L., Balcão, V. M., Malcata, F. X., (2000), Kinetics and mechanisms of reactions catalyzed by immobilized lipases, *Enz. Microb. Technol.* 27, 187
4. Pieskova, L. O., Dekhtiarenko, N. V., (2014), Enzyme lipase: analysis of uses, producers, production methods, Scientific reports of the National Technical University of Ukraine KPI, no 3, pp 63-72. (in Ukrainian)

5. Gunasekaran, V., Das, D., (2005), “Lipase fermentation: Progress and prospects”, *Indian J. Biotechnol*, no 4, pp. 437—445.
6. Sklyar, V. et al., (2018), Research Study of the Conditions of Wastes Lipolysis Lipid Fraction. *Journal of Ecological Engineering.*, no 20(3), pp 152–156.
7. Skliar, V, Krusir, G, Zakharchuk, V, Kovalenko, I, Shpyrko, T. (2019), Investigation of the fat fraction enzymatic hydrolysis of the waste from production of hydrogenated fat by the lipase *Rhizopus japonicus*, *Food science and technology*, no 13(1), pp 27-33.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ КАРБОНОВМІСНОГО ПИЛУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ І ШЛЯХИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Горобей М.С. с.н.с.

ТОВ «Науковий Парк «Чорнобиль», Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, м. Київ, 03035, Україна.

E-mail: marina.gorobey@gmail.com

Бондар О.І. Член-кореспондент НААН України, д.б.н., проф. р, заслужений діяч науки і техніки України. ректор Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління

вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, м. Київ, 03035, Україна.

dei2005@ukr.net

Проаналізовано вплив карбоновмісного пилу на довкілля й людину. Уточнено та систематизовано чинники, що впливають на процес формування карбоновмісного пилу. Окреслено пріоритетні напрямки з удосконалення заходів боротьби з вугільним пилом.

Ключові слова: екологічна безпека, карбоновмісний пил, загрози, довкілля.

Вступ. Як один з найцінніших ресурсів за всю історію індустріалізації, вугілля досі широко використовується в різних галузях промисловості для виробництва електроенергії. Однак карбоновмісний пил є джерелом забруднення довкілля та негативно впливає на екологію довкілля та здоров'я людини.

Метою статті є аналіз впливу карбоновмісного пилу на довкілля та людину. Пошук рішень зі зменшення негативного впливу пилу на довкілля та оцінка природоохоронних заходів, що проводяться в галузі. Надання обґрунтованих пропозицій стосовно підвищення екологічної безпеки.

Методика дослідження. Для вирішення поставлених задач у роботі використані: аналітичний метод – для дослідження фізичних процесів виділення та осаду карбоновмісного пилу для узагальнення результатів раніше виконаних робіт даного напрямку й досвід пилеподавлення у шахтах України та СНД, теоретичні дослідження процесів взаємодії факелів диспергованої води з пиловими потоками.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вдихання повітря, яке містить велику кількість завислих твердих часток, може мати негативні наслідки. Карбоновмісний пил є чинником збільшення смертності від серцевих та дихальних захворювань (дрібні частинки подорожують углиб легенів і переходять у кров, створюючи ризик інсульту та інфаркту), зниження легеневої функції у дітей та дорослих з розвитком обструктивної хвороби дихальних шляхів, збільшення щоденної розповсюдженості симптомів респіраторних захворювань у дітей та дорослих. Вплив на здоров'я пов'язаний як з короткочасною, так і з довгостроковою дією часток пилу [1,2], тому зменшення усіх його викидів є актуальною проблемою в сучасних умовах. Динаміка обсягу викидів забруднюючих твердих часток у атмосферне повітря (за даними Держстату) у 1990-2018 р.р. представлена на рис. 1.

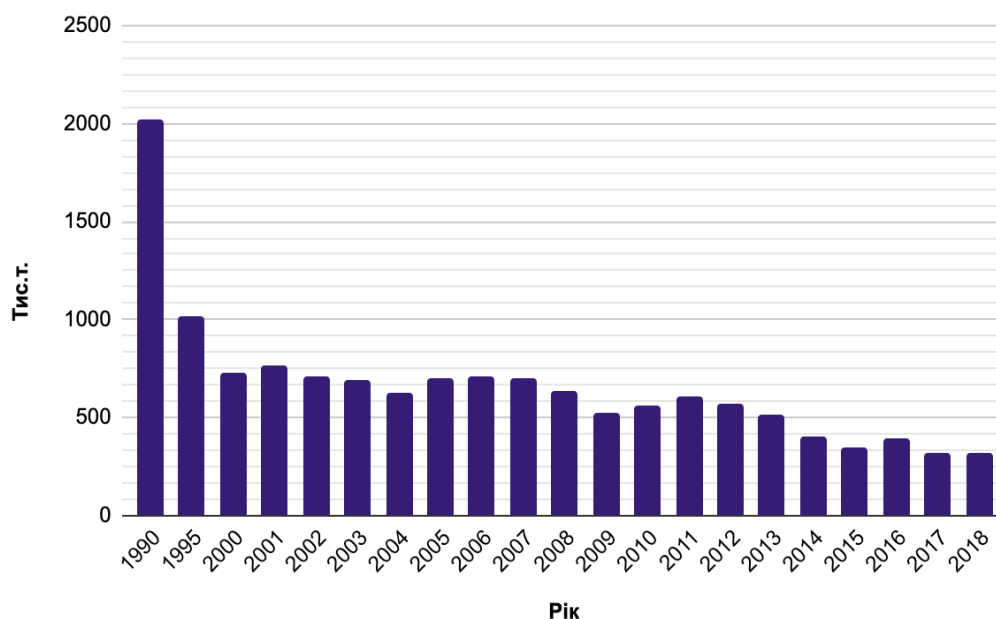


Рисунок 1 – Динаміка обсягу викидів забруднюючих твердих часток у атмосферне повітря (за даними Держстату) у 1990-2018 р.р.

Основними забруднювачами довкілля нашої країни викидами твердих часток у продовж багатьох років є підприємства переробної та добувної промисловості (відповідно 32,9 та 17,2 % шкідливих викидів) та підприємства - виробники електроенергії, газу та води (41,1 %), про що свідчать дані рис.2.



Рисунок 2 – Розподілення обсягів викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у 2015 році за галузями промисловості (за даними Національної Доповіді Міністерства екології та природних ресурсів України)

Викинутий через вентиляційні системи шахт грубодисперсний пил інтенсивно осідає в межах санітарно-захисних зон шахт. Тонкодисперсний пил виноситься за їх межі, забруднюючи довкілля на відстані до 3500 м від вугільної шахти. Забруднення атмосферного повітря та зміна екологічних параметрів мають повільний, накопичувальний ефект негативних наслідків, що виявляється через багато десятиліть. Карбоновмісний пил небезпечний як сам по собі, так і як транспортер в організм людини і тварин шкідливих і отруйних речовин, які осідають на тонкодисперсних частках вугілля. (Таблиця 1)

Таблиця 1. Вплив карбоновмісного пилу на довкілля і людину

Середовище	Екологічний аспект і джерела	Типи і/або шляхи	Потенційна дія
Повітря	Викиди пилу Джерело: вітрова ерозія відвалів, бортів кар'єрів та сховищ, пил машинного відбивання, подрібнення; навантажно-розвантажувальних та транспортних операцій, буріння свердловин. діючі об'єкти або мобільне устаткування, яке порушує шар ґрунту	Частинки вугілля і породи	Збільшення кількості респіраторних захворювань робітників Збільшення кількості респіраторних захворювань серед населення прилеглих територій Забруднення повітря
Ґрунти	Переніс пилу на ґрунт Джерела: покинуті матеріали, завислий пил з породних відвалів, та місць зберігання вугілля, від збагачення та транспортування вугілля, завислий у воді осад, забруднювачі, розчинені в стоках, фільтратах або водах, які відкачуються	Похідні завислі часточки ґрунту і породи, карбоновмісний пил	Забруднення ґрунтів Зменшення придатності прилеглих ґрунтів для відновлення рослинності
Поверхневі води	Пиловий осад	Розчинені або захвачені смолисті похідні вугілля, пил	Негативні наслідки для здоров'я населення, нижче за течією Негативний вплив на водні екосистеми Зменшення комунального водопостачання Втрата водних шляхів Збільшення витрат на очищення води Підкислення і евтрофікація водних об'єктів.
Підземні води	Дренаж забруднених вод Джерела: Відвали – поверхневий дренаж Фільтрати відвалів Дренаж земель з порушеним ґрунтовим шаром і дренаж з об'єктів Дренаж ґрунтових вод, що відкачуються з різних геохімічних водоносних шарів, які скидаються на поверхні	Розчинені або захвачені смолисті похідні вугілля, карбоновмісний пил	Негативні наслідки для населення нижче за течією і приймаючих екосистем у зв'язку з підвищеною біологічною і хімічною потребою в кисні Зменшення комунального водопостачання Втрата водних шляхів Збільшення витрат на очищення води

Найбільш очевидний вплив карбоновмісного пилу - це погіршення якості повітря. На рис. 3 схематично представлено негативний вплив карбоновмісного пилу на довкілля,

спричинений видобутком, транспортуванням, перевезенням, зберіганням та переробленням вугілля.



Рис. 3 - Екологічні наслідки впливу пилу вугілля на довкілля під час його видобутку, транспортування, зберігання та переробки.

Величезний вплив на стан повітряного басейну здійснюють вугільні шахти і породні відвали, що горять. В цілому по країні близько 1200 шахтних териконів, з яких більш 300 постійно горять і забруднюють атмосферу газом і пилом. У небезпечних двохсотметрових зонах відвалів проживають у будинках десятки тисяч чоловік. [3]

Великі витрати на захист навколишнього середовища та втрати вугілля в процесі його складування і транспортування потребують розробки і впровадження нових економічних та ефективних технологій по запобіганню значного зменшення запилення повітря [4].

Жоден з відомих способів і засобів гідрознепилення не забезпечують зниження запиленості повітря до санітарних норм. [5,6] Однією з причин цього виявилася недостатня вивченість процесів взаємодії крапель диспергованих водних потоків із частками сухого та осадженого вугільного пилу, що не дозволяє встановити науково-обґрунтовані параметри та розробляти, використовувати ефективні засоби гідрознепилення.

Виробництва, що займаються видобутком та транспортуванням вугілля, повинні вживати ефективні заходи зменшення наслідків, щоб стримувати вплив твердих часток на навколишнє середовище. Викиди пилу повинні регулярно контролюватись, щоб визначити рівень пилу в навколишньому середовищі та вжити необхідних коригуючих заходів. Належна практика може допомогти мінімізувати важкі проблеми зі здоров'ям людей, пов'язані з твердими речовинами, такими як серцево-судинні захворювання, пневмонія, хронічні обструктивні захворювання легень та передчасна смерть.

Заходи щодо зменшення карбоновмісного пилу, включаючи використання закритих конструкцій для завантаження та зберігання, навчання персоналу різним методикам для мінімізації викидів пилу, оцінка вологості виробів та практичні практики управління, такі як покриття та змочування відкритих запасів, використання сучасних ефективних засобів гідрознепилення відіграють ключову роль у запобіганні розповсюдження вугільного пилу.

Висновки. На основі виконаних досліджень, розроблена математична модель динаміки взаємодії пилових і диспергованих водяних потоків у гравітаційному і електростатичному полях, яка відрізняється урахуванням сумарного лінійного і квадратичного опору руху крапель при турбулентному, проміжному і ламінарному режимах руху повітря. [7]

Уточнено та систематизовано чинники, що впливають на процес формування карбоновмісного пилу. Уточнений механізм осаду зваженого вугільного пилу на ґрунт внаслідок дії гравітаційних і електростатичних сил. [8,9]

Представлено нове рішення актуальної наукової задачі запиленості повітря в замкнених та напівзамкнених об'ємах при виконанні технологічних процесів гірничого виробництва на основі розкриття закономірностей аеродинамічної взаємодії пилових і водяних потоків в гравітаційному і електростатичному полях для наукового обґрунтування параметрів рекомендованих засобів гідрознепилення.

Перспективи подальших досліджень. Наступні дослідження будуть направлені на удосконалення нормативної бази та розробку рекомендацій щодо створення систем пилоподавлення.

Abstract. *The effect of carbon-containing dust for the population and environment has been analyzed. The factors influencing the process of formation of carbon-containing dust has been specified and systematized. Priority directions for improvement of measures for combating coal dust are outlined.*

Keywords: *environmental safety, carbon-containing dust, threats, environment.*

Список використаних джерел

1. Концепція поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України / Під ред. акад. В.М. Шестопалова. — К.: НАН України, Мінекобезпеки, Мінвуглепром, Мінпромполітики, Мінпраці, НАК «Нафтогаз України», 2000. — 40 с
2. Є. О. Яковлев, д-р техн. наук (ІТГП НАН України) Асиміляційний потенціал геологічного середовища гірничодобувних регіонів України як провідний показник екологічних проблем надкористування 37-43
3. Ю.З. Драчук, кандидат технічних наук, м. Донецьк Напрямки зменшення негативного впливу на довкілля у вугільному регіоні Економічний вісник Донбасу 2007 - 1
4. А. М. Нагорна, П. М. Вітте, М. П. Соколова [та ін.] Оцінка ризику розвитку професійних захворювань у працівників металургійної, вугільної промисловості та машинобудування України // Укр. журн. з пробл. мед. праці.— 2012.— № 3.— С. 3–13
5. В.И. Саранчук, В.В. Рекун, В.А. Тамко. Пути повышения эффективности пылеподавления орошением. / Уголь Украины № 9, Киев: Техника, 1981. – С. 33-34.
6. В.Н. Мальцев, О.И. Кашуба, Н.А. Гамза. Новый смачиватель для борьбы с угольной пылью. / Уголь Украины, Киев: Техника, 2002. – С.29.
7. М.С. Горобей, Ю.Ф. Булгаков, И.А. Шайхлисламова, С.А. Алексеенко. Розробка математичної моделі аеродинамічної взаємодії розпиленої води з частинками вугільного пилу. Development of mathematical model for aerodynamic interference of sprayed water with coal dust particles. УДК: 622.807 // Розробка родовищ: Зб. наук. пр. — 2015. — Т. 9. — С. 443-449.
8. М.С. Горобей, Ю.Ф. Булгаков Теоретическое исследование процесса осаждения угольной пыли в гравитационных и электростатических полях" УДК 622.807. //ДонНТУ Вісті Донецького гірничого інституту 2(34) 2014, С.210-215
9. М.С. Горобей, Ю.Ф. Булгаков, д-р техн. наук, професор , Т.В. Костенко, канд. техн. наук, доцент, Д.А. Журбинський, канд. техн. наук (ДонНТУ, Донецьк) (ЧИПБ імені Героїв Чорнобыля, Черкаси) Теоретичне обґрунтування електростатичного та гравітаційного впливу на вугільно-повітряні аеросуспензії для профілактики вибухів. УДК 622.817.45 - Збірник наукових праць Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.- Львів.-2015 р. -№26.- С.45-53.

НАУКОВІ ОСНОВИ ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖ НА ЖИВИХ ІСТОТ ТА ДОВКІЛЛЯ

Антонов А. В. д.т.н., с.н.с.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України,

вул. Митрополита Василя Липківського 35, корпус 2, м. Київ, 03035, Україна,

E-mail: aav1946@ukr.net

За результатами узагальнення світового досвіду та власних теоретичних і експериментальних досліджень вирішено актуальну науково-практичну проблему створення передумов зменшення забруднення довкілля та негативного впливу на безпеку життєдіяльності людини наслідків критичних (надзвичайних) ситуацій під час виникнення і ліквідування пожеж шляхом розвитку наукових основ розроблення і впровадження екологічно прийнятних вогнегасних речовин та технологій їх застосування.

Ключові слова: довкілля, небезпечні чинники пожеж, токсичні продукти згоряння, термічні розкладання, екологічно прийнятні вогнегасні речовини та технології їх застосування, синергізм, антагонізм, шкідливий вплив життєдіяльність людей

Пожежі, як позарегламентний процес знищення або пошкодження вогнем майна, характеризуються проявом небезпечних чинників для живих істот і довкілля, до яких відносяться, зокрема виділення токсичних продуктів повного та неповного згоряння, а також в окремих випадках небезпечні продукти взаємодії вогнегасних речовин з полум'ям та нагрітими поверхнями або середовищами. Під час ліквідування пожеж, а також в системах протипожежного захисту об'єктів різного призначення застосовуються більшою або меншою мірою всі види вогнегасних речовин, тобто вода, піна, газові, газо-аерозолеві, порошкові, але деякі з них, зокрема хладони 2402 та 1301, поряд з високою вогнегасною здатністю мають дуже високий озоноруйнівний потенціал, а інші (піна та вода зі змочувальниками) у своїх складах містять поверхнево-активні речовини, потрапляння яких у надмірних концентраціях призводить до забруднення ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод, знищення або пошкодження біоти [1].

Мета роботи. Метою роботи було узагальнення світового досвіду та власних теоретичних і експериментальних досліджень з питань розробки та технологій застосування вогнегасних речовин задля припинення горіння, а також в системах протипожежного захисту об'єктів різного призначення як наукового підґрунтя зменшення негативного впливу пожеж на довкілля та живі істоти.

Масштаби екологічного забруднення довкілля та їх негативного впливу на життєдіяльність людини внаслідок пожеж та процесів їх ліквідування значною мірою залежать як від показників якості вогнегасних речовин так і технології їх подавання задля припинення горіння.

Матеріал і результати досліджень. Згідно статистичних даних, за період з 2003 по 2018 роки тільки в Україні щороку траплялось понад 70 000 пожеж, а найбільшу їх кількість, без урахування тимчасово окупованих територій Донбасу в Криму, а також лісових пожеж, наразі їх кількість наблизилась до значення 80 000.

Викиди парникових газів тільки внаслідок лісових пожеж в Україні у 2014 році по CO₂ CH₄. N₂O, NO_x та CO досягли значень з 342.02; 1.02; 0.06; 0.65; 23.32 тисяч тон відповідно.

Масштабні лісові пожежі в Амазонії та Сибіру цього року призвели до рекордної емісії діоксиду вуглецю, що не може не вплинути на змінення клімату внаслідок посилення парникового ефекту.

Під час пожеж та їх ліквідування внаслідок утворення токсичних продуктів повного та неповного згоряння, а також застосування вогнегасних речовин завдається шкода довкіллю залежно від масштабів пожеж.

За результатами проведених комплексних досліджень вирішено актуальну науково-практичну проблему створення передумов зменшення забруднення довкілля та негативного

впливу на безпеку життєдіяльності людини внаслідок критичних (надзвичайних) ситуацій під час виникнення і ліквідування пожеж шляхом розвитку наукових основ розроблення і впровадження екологічно прийнятних вогнегасних речовин, а також технологій їх застосування.

Висновки

1. Виявлено шляхи зменшення шкідливого екологічного впливу пожеж на довкілля і життєдіяльність людей їх наслідків, які полягають у використанні екологічно прийнятних вогнегасних речовин та технологій їх застосування.

2. Визначено поняття «*екологічно прийнятна вогнегасна речовина*» - речовина або однорідна суміш, за своїми фізико-хімічними властивостями придатна до застосування в технічних засобах задля припинення горіння, за ступенем дії на організм відноситься до помірно небезпечних або малонебезпечних та під час взаємодії з полум'ям і термічного розкладу не утворює шкідливих речовин у концентраціях, небезпечних для живих істот і довкілля, а також «*екологічно прийнятні технології застосування вогнегасних речовин*» – подавання їх технічними засобами до досягнення ліквідування пожеж, під час яких в атмосферному повітрі, ґрунтах та водоймах не накопичуються шкідливі речовини у концентраціях, небезпечних для живих істот і довкілля.

3. За результатами експериментальних досліджень підтверджено домінуючий внесок інгібувального чинника у процеси припинення горіння та необхідність урахування ефектів синергізму або антагонізму вогнегасної здатності сумішей компонентів вогнегасних порошків та водних розчинів органічних солей із вмістом поверхнево-активних речовин під час розроблення екологічно прийнятних рецептур вогнегасних порошків та водних вогнегасних речовин.

4. Набуло подальшого розвитку уявлення щодо внесків окремих чи комбінованих чинників впливу на процеси припинення горіння твердих матеріалів і рідких горючих речовин, а також газових горючих середовищ у разі застосування екологічно прийнятних вогнегасних речовин, оцінено їхню вагомість за запропонованою п'ятибальною шкалою.

5. Обґрунтовано доцільність обов'язкового урахування особливостей припинення горіння під час вибору виду вогнегасних речовин і технологій протипожежного захисту об'єктів та пожежогасінні екологічної складової з дотриманням принципу трьох «е» - ефективність, екологічність, економічність.

6. Виявлено, що екологічно прийнятними вогнегасними порошками є такі, що забезпечують досягнення нормативних значень за вогнегасною здатністю та експлуатаційним показником і не містять у своєму складі компонентів I-го та II-го класів небезпечності за ГОСТ 12.1.007 і відносяться до III-го або IV-го класу

Всі види вогнегасних порошків, сертифіковані в Україні, є екологічно прийнятними і придатні до застосування у переносних, пересувних вогнегасниках системах автоматичного порошкового пожежогасіння та пожежних автомобілях порошкового та комбінованого пожежогасіння. Підвищена ефективність прояву своєї вогнегасної здатності притаманна технологіям пожежогасіння вогнегасними порошками із реалізацією імпульсного способу їх подавання в об'єм, що захищається, або на поверхню горіння.

7. За результатами масштабних вогневих випробувань із застосуванням модельних вогнищ встановлено, що застосування у модулях порошкового пожежогасіння типу «Спрут» різних типорозмірів екологічно прийняттого вогнегасного порошку «Фактор АВС-40» IV класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007 з вмістом замість однотипного порошку «П-2АПМ» III класу небезпеки призводить до збільшення вогнегасної ефективності модулів у 1,2 – 1,6 разів, що пояснено більшим вмістом діамонійфосфату у вогнегасному порошку «Фактор АВС-40» ($35,3 \pm 0,1$ %, мас у перерахунку на P_2O_5 порівняно з $23,9 \pm 0,1$ %, мас) у вогнегасному порошку «П-2АПМ». Встановлено також, що обладнання модулів порошкового пожежогасіння типу «Спрут» запірно-розпилювальними пристроями, які забезпечують гасіння переважно поверхневим способом, призводить до підвищення вогнегасної ефективності модулів споряджених вогнегасним АВС-порошком «Фактор

ABC-40» за показниками «захищена площа, клас А», «захищена площа, клас В» та вогнегасна здатність» у 1,4-1,6 рази.

8. Визначено показники якості сертифікованих в Україні піноутворювачів для пожежогасіння загального, а також спеціального призначення і виявлено, що вони відносяться до екологічно-прийнятних за виключенням екологічно жорстких. Підтверджено, що застосування технологій пінного гасіння пожеж резервуарів з нафтою та нафтопродуктами подаванням піни під шар горючих рідин призводить до суттєвого зниження тривалості гасіння, тобто зменшує рівень забруднення атмосферного повітря продуктами згоряння, а також ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод поверхнево-активними речовинами, які входять до їх складу. Найвищу ефективність має технологія застосування компресійної, так званої «сухої піни», яка придатна до транспортування по рукавних лініях на відстань до 1,5 км та подавання для гасіння пожеж у висотних будівлях та спорудах. Аналіз світового та вітчизняного досвіду свідчить, що про розробці нових рецептур піноутворювачів, які відповідають нормативним вимогам за вогнегасною здатністю, цілком можна уникнути застосування в їх рецептурах екологічно небезпечних компонентів.

9. За результатами експериментальних досліджень виявлено неадитивний характер змінення показника мінімальної вогнегасної концентрації бінарних сумішей газових вогнегасних речовин – озоноруйнівного хладону 2402 та хладону «Noves» - 1230 з нульовим озоноруйнівним потенціалом. Перевищення значень вогнегасних концентрацій таких бінарних сумішей із вмістом компонентів у діапазоні від 20% до 80 %, об., порівняно зі значеннями за наявності адитивного значення від 20% до 40%, тобто проявляється ефект антагонізму, який треба враховувати у разі застосування зазначених вогнегасних речовин у системах автоматичного газового пожежогасіння.

10. Розрахунковим методом визначено та експериментально підтверджено можливість застосування екологічно прийнятних бінарних сумішей озонобезпечного хладону 125 та діоксиду вуглецю в системах автоматичного газового пожежогасіння. Встановлено, що значення мінімальних вогнегасних концентрацій таких сумішей залежно від співвідношення компонентів змінюється адитивно;

11. Встановлено, що з урахуванням умов експлуатування газоперекачувальних агрегатів з газотурбінним приводом однією з екологічно прийнятної технології його протипожежного захисту замість використання озоноруйнівних хладонів 2402, 1301 та його бінарних сумішей з діоксидом вуглецю може бути застосування азоту за концентрації не менше 65%, об.;

12. За результатами комп'ютерного моделювання роботи системи попередження пожежі та вибуху технологічних об'ємів першої ступені ракети-носія із використанням програмного забезпечення Fire Dynamics Simulation та експериментальних досліджень обґрунтовано застосування і визначено параметри подавання екологічно прийнятної газової вогнегасної речовини-азоту в сухі відсіки, що унеможливує займання ракетного пального Jet-A1 від висококалорійного джерела запалювання під час її польоту та запобігає пожежі або вибуху із шкідливим впливом на довкілля. При цьому встановлені значення масової витрати азоту дорівнюють $0,142 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}$; $0,077 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}$ та $0,250 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}$ для технологічних об'ємів хвостової частини, міжбакового, а також міжступінного відсіку відповідно, а тривалість його подавання повинна бути не менше за значення 300 с.

13. На підставі експериментальних масштабних випробувань із використанням модельних вогнищ за розробленою методикою встановлено працездатність технології тонкого розпилювання екологічно прийнятних вогнегасних речовин з вмістом карбонату калію та піноутворювача типу AFFF в системі протипожежного захисту трансформаторів ТЕС за інтенсивності її подавання $0,05 \text{ кг}\cdot\text{с} / \text{м}^2$, що створює передумови зниження екологічного забруднення довкілля у разі виникнення пожежі і спрацювання системи пожежогасіння завдяки:

а) зменшення інерційності спрацювання системи (2 с порівняно з 15 хвилинами для системи пінного пожежогасіння);

б) зменшення тривалості ліквідування процесу горіння (5 с порівняно з 15 хвилинами для системи гасіння піною).

14. За результатами експериментальних досліджень за розробленою методикою визначено значення і залежності відносних вогнегасних ефективностей у разі гасіння макетних вогнищ класу В

за ГОСТ 27331 водними розчинами дигідрофосфату, сульфату, хлориду, бромиду, йодиду, перманганату, нітрату, карбонату, фероціаніду, феріціаніду, оксалату та біхромату калію від концентрацій солей, а також піноутворювачів загального й спеціального призначення у діапазоні від 0,1% до 1,0%, мас. Виявлено наявність синергізму вогнегасної здатності для рецептур з одночасним вмістом розчинів солей і 0,1-0,4%, мас. піноутворювачів. Також виявлено, що за своєю вогнегасною ефективністю в умовах експериментів водні розчини карбонату, нітрату та хлориду калію з вмістом до 0,4% мас. піноутворювачів у разі подавання їх тонкорозпилених струменів на поверхню горіння легкозаймистої рідини наближаються до аналогічного показника озононебезпечного хладону 2402, тобто можуть бути конкурентоспроможними альтернативними екологічно прийнятними вогнегасними речовинами.

15. За результатами узагальнення світового досвіду та власних досліджень розроблено технічні вимоги до рецептур водних вогнегасних речовин, придатних до застосування в модульних установках пожежогасіння із використанням технологій їх тонкого розпилювання;

16. Удосконалено методичну, нормативну та довідкову бази, які відносяться до сфери розроблення екологічно прийнятних вогнегасних речовин та технологій їх застосування.

Література

1. Антонов А.В. Узагальнення і розвиток наукових основ розроблення та технології застосування екологічно прийнятних вогнегасних речовин/ Дисертаційна робота на здобуття ступеню доктора технічних наук, Київ -2017;386с.

THE SCIENTIFIC BASIS OF REDUCING THE NEGATIVE INFLUENCE OF FIRE ON LIVES AND THE ENVIRONMENT

Antonov A.V. D.Sc.

STATE ECOLOGICAL ACADEMY OF POST-GRADUATE EDUCATION AND MANAGEMENT

st. V. Lipkivsky 35, Building 2, Kyiv, 03035, Ukraine, Email: aav1946@ukr.net

According to the results of generalization of world experience and own theoretical and experimental studies the acute scientific and practical problem of creating preconditions for reducing pollution and adversely affect the safety of human life consequences of critical (emergency) situations at the time of and disposal of fires through the development of scientific bases of development and implementation of environmentally sound fire extinguishing agents and their use of technology was solved.

Keywords: environment, dangerous factors of fires, toxic products of combustion, thermal decomposition, environmentally friendly fire extinguishing agents and technology of their, synergism, antagonism, harmful effects of human activity.

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРУ З ВИКОРИСТАННЯМ АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТИ

С.М. Шкрильова, аспірант каф. «Природоохоронна діяльність»

Донецький національний технічний університет

пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ, 85300, Україна. E-mail:

svitlana.shkrylova@donntu.edu.ua

В.К. Костенко, д.т.н., проф., зав.каф. «Природоохоронна діяльність»

Донецький національний технічний університет

пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ, 85300, Україна. E-mail: vk.kostenko@gmail.com

Вдосконалено конструкцію сонячного колектору та підвищено ККД пристрою за допомогою додаткової теплової енергії, яка відбирається від акумулятора, тим самим зменшено негативний вплив хмарності на роботу сонячного колектора. Акумулятор знаходиться під дією променів Сонця, його речовина має високі показники теплоємності та нагрівається до температури вищій ніж оточуюче середовище. Застосування запропонованої конструкції дозволяє після перекриття Сонця хмарами забезпечити стабілізацію роботи установки шляхом встановлення колектора над акумулятором. Результати фізичного моделювання та розрахунки довели ефективність методу використання сонячного колектору з акумулятором тепла та збільшення продуктивності роботи при відсутності Сонця.

Ключові слова: сонячний колектор, сонячна радіація, хмарність, екологія.

Вступ. Наразі дуже актуальне питання збереження ресурсів та використання альтернативних джерел енергії. Серед багатьох різновидів таких джерел можна виділити сонячну енергію, це відновлювальний природний ресурс та безпечне джерело енергії для навколишнього середовища. Найрозповсюдженіший спосіб використання сонячної радіації це перетворення її на теплову енергію за допомогою сонячного колектору. Відомі моделі сонячних колекторів мають багато переваг, екологічність, довговічність, але на коефіцієнт корисної дії впливають природні умови, наприклад внаслідок хмарності, і продуктивність тепла зменшується.

Мета роботи. Завдання досліджень полягає в вдосконаленні відомого сонячного теплового колектора, для забезпечення додаткового накопичення теплової енергії в акумуляторі, а також збільшення його ККД після заходу Сонця або перекриття хмарами.

Матеріал і результати досліджень. Недоліком відомого сонячного теплового колектора, є зниження загального ККД при зменшенні витрати теплоносія споживачем, тобто при скороченні або припиненні відбору гарячої води, що не дозволяє раціонально використовувати весь ресурс сонячної енергії. Ще один недолік полягає в тому, що поверхня акумулятора теплової енергії розташована нерухомо відносно ґрунту, не самим ефективним способом, щодо прогріву від Сонця протягом денного періоду, тому температура речовини акумулятора, як правило, менша від температури води на виході з сонячного колектора. Це не забезпечує ефективного використання сонячної енергії та зменшує ККД колектора в період хмарності.

Поставлена задача вирішують за рахунок того, що в сонячному колекторі з акумулятором теплоти, який містить герметичний корпус, верхня частина якого виконана з прозорого матеріалу, а звернена до Сонця внутрішня поверхня має темне покриття, яке поглинає сонячне випромінювання, труби з каналами для перепустку теплоносія, що мають на поверхні корпусу сонячного колектора патрубки для входу холодного теплоносія та виходу нагрітого теплоносія до споживача, корпус колектора поєднаний за допомогою шарніра з кронштейном, який, в свою чергу, також шарніром поєднаний з встановленим на ґрунті стояком, поряд з яким розташований акумулятор теплової енергії, виконаний з речовини, що має високі показники теплопровідності та теплоємності, навколо корпусу сонячного колектора розташований кожух, виконаний з теплоізолюючого матеріалу, внутрішня поверхня кожуха покрита відбиваючим світло шаром, зовнішній периметр кожуху має рівні

розміри і форму з периметром акумулятора, згідно з винаходом, труба для подачі нагрітого теплоносія до споживача обладнується вентилям, у середині акумулятора теплової енергії, в речовині, що має високі показники теплопровідності та теплоємності, розміщується додатковий теплообмінник, вхід якого за допомогою труби приєднано до виходу сонячного колектора, а вихід теплообмінника за допомогою труби та вентиля приєднано до споживача теплоносія.

Сонячний колектор з акумулятором теплоти (рис.1) вміщує герметичний корпус 1 за допомогою шарніра закріплений на кронштейні 2, який, в свою чергу, також за допомогою шарніра закріплений на стояку 3 та з'єднаний з рейкою 4. Труба 5 підведена до герметичного корпусу 1 сонячного колектора і призначена для подачі до нього теплоносія. Вентиль 6 встановлено на трубі, яку з'єднано з трубою 7, що призначена для подачі теплоносія від герметичного корпусу 1 сонячного колектора до споживача та обладнана вентилям 8. Навколо герметичного корпусу 1 сонячного колектора розташований кожух 9, виконаний з теплоізолюючого матеріалу, внутрішня поверхня кожуха покрита відбиваючим світло шаром. Від виходу герметичного корпусу 1 сонячного колектора відведено трубу 10, яка спрямовує потік теплоносія до акумулятора теплоти 11, заповненого речовиною, що має високі показники теплопровідності та теплоємності, і розташованого поруч зі стояком 3. Зовнішній периметр акумулятора теплоти 11 має рівні розміри і форму з периметром кожуха 9. У середині речовини, що заповнює акумулятор теплоти 11 розташований теплообмінник 12, до якого надходить теплоносій з труби 10. Поверхня акумулятора теплоти 11, що контактує з ґрунтом, відділена від останнього шаром теплоізоляції 13. Вхід теплообмінника 12 з'єднано з трубою 10, вихід з трубою 14, яка через вентиль 6 з'єднана з трубою 7.

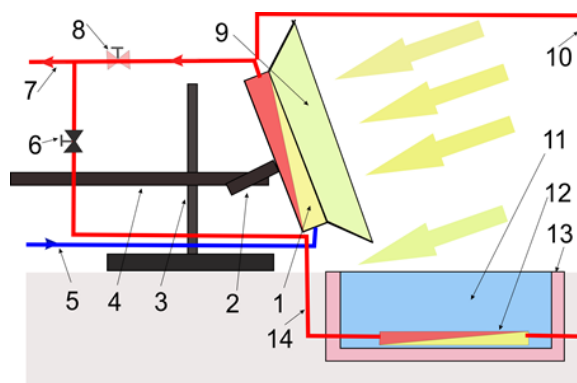


Рисунок 1 – Вид сонячного колектора при нормальному сонячному освітленні

У сонячну погоду сонячний колектор з акумулятором теплоти працює наступним чином. Холодний теплоносій поступає до герметичного корпусу 1 сонячного колектора по трубі 5. Герметичний корпус 1 сонячного колектора розташований прозорою поверхнею до світла і орієнтований нормально до вектору променів. У герметичному корпусі 1 сонячного колектора темна поверхня поглинає промені, відбувається накопичення тепла, яке нагріває теплоносій в трубах і останній по трубі 7 при відкритому вентилі 8 поступає до споживачів тепла. Відбиваючий світло шар кожуха 9 спрямовує падаючі на нього інфрачервоні промені підсилюючи ефективність сонячного колектора. Акумулятор 12 також знаходиться під дією променів Сонця і речовина, що його заповнює, нагрівається вище ніж оточуюче середовище. Наявність шару теплоізоляції 13 запобігає втратам накопиченої теплоти до ґрунту. Вентиль 6 перекриває рух теплоносія по маршруту труба 10 – теплообмінник 12 – труба 14.

У період найвищої сонячної радіації відбувається «підзарядка» акумулятора 11 (рис.2). Для цього відкриваються одночасно вентиля 6 і 8, при цьому рух теплоносія від герметичного корпусу 1 сонячного колектора до споживача по трубі 7 продовжується. Частина нагрітого теплоносія починає рух по маршруту труба 10 – теплообмінник 12 – труба 14. При цьому теплоносій віддає тепло через теплообмінник 12 речовині, яка заповнює акумулятор 11, збільшуючи її температуру і, відповідно, накопичуючи тепловий потенціал сонячного

колектора. У такій ситуації основний потік теплоносія рухається безпосередньо до споживача, а менша його частина паралельним потоком через розташований в акумуляторі теплообмінник також до споживача. Цей паралельний потік віддає теплову енергію речовині, що знаходиться в акумуляторі, підігрівачи її до температури близької до температури теплоносія. Таким чином тепловий заряд акумулятора суттєво збільшується і при зменшенні сонячного випромінювання, наприклад внаслідок впливу хмар, дозволяє в подальшому віддавати цю енергію споживачу.

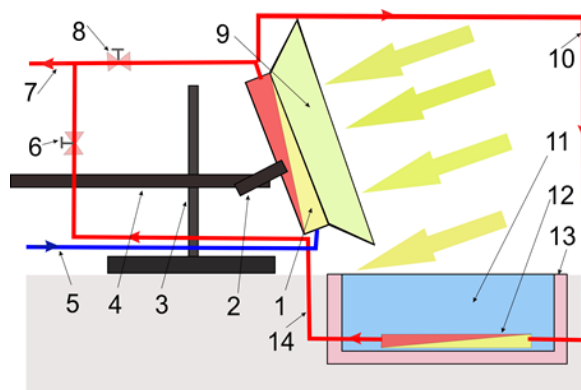


Рисунок 2 – Вид сонячного колектора в режимі «підзарядки» акумулятора

При перекритті Сонця хмарами і зменшенні внаслідок цього інтенсивності опромінювання прозорої поверхні скорочується теплова продуктивність сонячного колектора. Для отримання додаткового тепла, перекривається вентиль 8, відкривається вентиль 6 та використовується акумулятор теплоти 11 (рис. 3). Для цього за допомогою шарнірів на стояку 3 та рейці 4, герметичний корпус 1 сонячного колектора встановлюється над акумулятором теплоти 11 таким чином, щоб периметри кожуха 9 і акумулятора теплоти 11 співпадали. Накопичена акумулятором теплоти 11 теплова енергія спрямовується до герметичного корпусу 1 сонячного колектора у вигляді променів та конвекційних потоків. Внутрішній світловідбиваючий шар кожуха 9 запобігає втратам променевої складової енергії, а теплоізолюючий матеріал кожуха 9 – втратам конвекційної складової. Наявність кожуха 9 сприяє концентрації теплоти в герметичному корпусі 1 сонячного колектора.

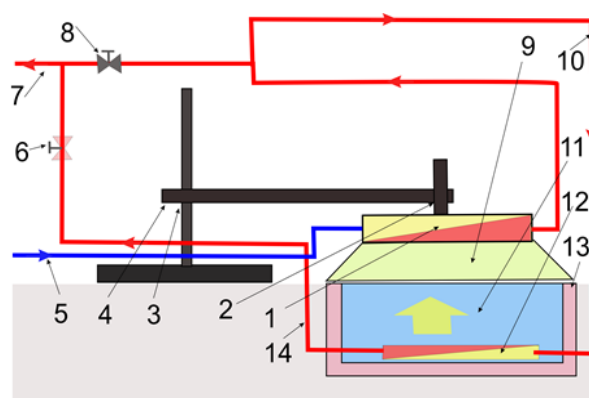


Рисунок 3 - Вид сонячного колектора при наявності хмарності

Таким чином відбувається додаткове отримання герметичним корпусом 1 сонячного колектора тепла після перекриття Сонця хмарами. Підігрів герметичного корпусу 1 сонячного колектора від акумулятора теплоти 11 триває до охолодження речовини акумулятора теплоти 11 до рівня оточуючого середовища.

Випробування проводили наступним чином. У ясну погоду подавали теплоносії – воду з температурою T_1 до сонячного колектора, прозора поверхня якого була орієнтована

нормально до вектора сонячного випромінювання. Вентиль на трубі, що з'єднує вихід сонячного колектора з баком-накопичувачем душу був відкритий, а в контурі розташованого в акумуляторі теплообмінника – закритий. Рухаючись по трубах в колекторі вода нагрівалась і виходячи з нього, потрапляла до бака-накопичувача, а з нього до розприскувачів душу. Під дією сонячної радіації відбувався прогрів води в акумуляторі до температури T_2 .

Опівдні, коли сонячна радіація максимальна, не повністю відкривали вентиль в контурі теплообмінника, спрямовуючи частку гарячої води до розташованого в акумуляторі теплообмінника. За рахунок цього відбувалося додаткове нагрівання води в акумуляторі, її температура наближалась до температури води T_2 на виході з колектора. Таким чином відбувалась «підзарядка» акумулятора, тобто надлишок сонячної енергії накопичувався для подальшого використання.

При появі в небі хмар та значному зниженні сонячної радіації температура води на виході з колектора різко зменшувалась та наближалась до температури води, що надходила до колектора. У такій ситуації герметичний корпус сонячного колектора розгортали за допомогою шарнірів та рейок відносно стояка таким чином, щоб кожух, співпав з зовнішнім периметром акумулятора. Накопичена акумулятором теплова енергія спрямовувалась до сонячного колектора у вигляді променів та конвекційних повітряних потоків. Наявність кожуха сприяла концентрації теплоти в сонячному колекторі і дозволяла одержувати додаткове тепло навіть при відсутності сонячної радіації.

Випробовували три конструктивні варіанти сонячного колектора. А саме, роботу власне сонячного колектора в режимі нагрівання до максимальної температури с наступним перекриттям доступу сонячних променів. Другий варіант – це робота з акумулятором теплової енергії, коли колектор встановлювали над акумулятором за допомогою шарнірно-рейкової системи. Третій варіант – як другий, але з підключенням теплообмінника вмонтованого в акумуляторі.

Результати досліджень цих конструктивних варіантів надано в таблиці 1.

Таблиця 1 - Динаміка температури на виході сонячного колектора після припинення сонячної радіації при різних варіантах конструкції

Без акумулятора		З акумулятором		З акумулятором та теплообмінником	
Час, t , хв.	Температура, T_2 , %	Час, t_1 , хв.	Температура, T_2 , %	Час, t_2 , хв.	Температура, T_2 , %
0	100	0	100	0	100
5	9	30	103	35	107
8	0	40	100	50	105
-	-	90	96	90	103
-	-	140	89	140	92
-	-	240	78	240	89
-	-	260	0	340	81
-	-	-	-	540	78
-	-	-	-	600	0

Випробування було проведено при різних погодних умовах, коли температура T_1 води, що надходила до колектора і величина сонячної радіації відрізнялись. У зв'язку з цим, проведено відносного показника температури T_2 , що виходила з колектора надана у відносних одиницях – %. При цьому максимальну температуру T_2 на виході з колектора прийнято за 100%, а на вході T_1 – 0%.

Аналіз наведених результатів вказує на те, що при використанні акумулятора різко збільшується час охолодження води на виході з колектора. Так період остигання до рівної температури на вході і виході ($T_2=T_1$) без акумулятора складає 8 хв., з акумулятором – 260

хв., а з акумулятором і теплообмінником – 600 хв. Якщо рахувати, що ефективна тепловіддача сонячного колектора складає 75...80% від максимальної, то час корисної тепловіддачі при використанні акумулятора (прототип) складає – 240 хв., а в режимі з теплообмінником (технічне рішення, яке пропонується авторами) – 549 хв.

Можна оцінити ККД сонячного колектора працюючого при відсутності сонця як співвідношення роботи, виконаної в різних конструктивних режимах, а саме з акумулятором та з акумулятором і теплообмінником:

$$\eta = \frac{(E t_2 - E t_1) 100}{E t_1} = \frac{(t_2 - t_1) 100}{t_1} \quad (1)$$

де: η – ККД геліоустановки;

E – потужність геліоустановки.

У наведеному прикладі ККД складає:

$$\eta = \frac{(549 - 240) 100}{240} = 128.75 \%$$

Вказані ознаки складають суть запропонованої моделі, тому що вони є необхідними і достатніми для досягнення технічного результату – додаткового накопичення теплової енергії в акумуляторі, а також збільшення ККД сонячного колектора після зниження сонячного опромінювання.

Висновки. Застосування запропонованого сонячного колектора з акумулятором теплоти дозволяє отримувати додаткову теплову енергію, збільшити його продуктивність при відсутності Сонця на 28,75% та ефективність використання в порівнянні з прототипом.

ЛІТЕРАТУРА

1. М.І. Данчук, Особливості конструювання сонячних колекторів, Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". Луцьк, 2012. Випуск №38 Електронний ресурс / Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/node/2116>
2. Патент на корисну модель № 41237. Сонячний колектор / М.П. Сухий, Я.М. Козлов, К.М. Сухий. Номер заявки u 2008 14843. Заявл. 23.12.2008; чинний 12.05.2009.
3. Патент на корисну модель № 110604. Сонячний колектор / С.І. Шрамко. Номер заявки u 2016 07606. Заявл. 11.07.2016; чинний 10.10.2016.
4. Патент на корисну модель № 133597. Сонячний тепловий колектор / В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, С.М. Шкрильова, О.С. Коростильов. Номер заявки u 2018 11819. Заявл. 30.11.2018; чинний 10.04.2019.
5. Заявка на корисну модель № а 2019 05771. Сонячний колектор з акумулятором теплоти / Костенко В.К., Ляшок Я.О., Зав'ялова О.Л., Шкрильова С.М., Брянцева А.О. Заявл. 27.05.2019.

Improved design of the solar collector and increased the efficiency of the device with the help of additional heat energy, which is removed from the battery, thereby reducing the negative impact of cloud on the operation of the solar collector. The battery is exposed to the rays of the sun, its substance has high heat capacity and is heated to a temperature higher than the environment. The application of the proposed design allows the clouds to ensure, after the Sun's cover is over, that the installation is stabilized by installing a collector over the battery. The results of the physical simulations and calculations proved the efficiency of the method of using a solar collector with a heat accumulator and increased productivity in the absence of the sun.

Keywords: solar collector, solar radiation, cloud, ecology.

REFERENCES

1. Danchuk M., (2012), Features of designing solar collectors. [Osoblyvosti konstruiuvannia soniachnykh kolektoriv] Intercollegiate Collection of "SCIENTIFIC NOTES". Lutsk, Issue No 38 Electronic resource / Access mode: <http://www.nbu.gov.ua/node/2116> (in Ukrainian).
2. Patent for utility model No 41237. Solar collector. [Sonyachnyy kolektor], M. Sukhy, Ya. Kozlov, K. Sukhy. Application number u 2008 14843. Appl. 23.12.2008; effective 12.05.2009.
3. Patent for utility model No 110604. Solar collector. [Sonyachnyy kolektor], S. Shramko. Application number u 2016 07606. Appl. 11.07.2016; effective 10.10.2016.
4. Patent for utility model No 133597. Solar thermal collector [Sonyachnyy termal'nyy kolektor], V. Kostenko, O. Zavyalova, S. Shkriylova, O. Korostylov. Application Number u 2018 11819. Appl. 30.11.2018; effective 10.04.2019.
5. Application for utility model number 2019 05771. Solar collector with a heat accumulator / Kostenko V.K., Lyashok Y.A., Zavyalova O.L., Shkrylyova S.M., Bryantseva A.A. Statement 05/27/2019

ДЕЯКІ ПИТАННЯ УТИЛІЗАЦІЇ ШЛАМОВИХ ВІДХОДІВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

А.В. Пасенко, к.т.н., доц., А.І. Святенко, к.т.н., доц. Маишталір Л.М., Саннікова К.І., студ.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: pasenko2000@ukr.net

Розглянуто питання утилізації шламових відходів у виробництві будівельних матеріалів. Технічні рішення й рекомендації щодо запровадження розроблених технологій дозволяють отримати якісні будівельні вироби та знизити антропогенне навантаження на довкілля внаслідок зменшення накопичення вказаних відходів у навколишньому середовищі. За показниками міцності на стиск і водопоглинання отримані зразки тротуарної плитки, будівельної цегли відповідають вимогам ДСТУ щодо якості будівельних виробів.

Ключові слова: відходи, шлам водоочищення теплоелектростанцій, утилізація, будівельні матеріали, міцність на стиск, водопоглинання.

Вступ. Накопичення шламових відходів водоочищення теплоелектростанцій (ТЕС) на шламонакопичувачах, полігонах промвідходів створює проблему екологічного характеру: відбувається забруднення гідросфери, атмосфери, ґрунтів, відчуження земельних ділянок та ін. На сьогоднішній день розроблені різні схеми поводження зі шламовими відходами теплоелектростанцій: підземне поховання в глибоких горизонтах на платформах; рекультивация відпрацьованих кар'єрів; повторне використання в якості нейтралізатора кислих стоків; регенерація з отриманням вапняного матеріалу; спалювання та ін. Широкого застосування вказані технології не отримали внаслідок економічних та екологічних недоліків – енерго- і ресурсовитратність технологій, високотемпературні процеси, що супроводжуються тепловим і хімічним забрудненням атмосферного повітря [1]. Більш раціональним шляхом поводження з даними відходами з позицій ресурсо- й енергозбереження є практичне їх застосування в технологіях з виробництва матеріалів і продукції господарського призначення при використанні ресурсоцінних компонентів шламових відходів у різних виробничих циклах. Серед значної кількості робіт, які присвячені утилізації вапняних шламів водоочищення ТЕС, є ряд розробок із застосування шламів в якості вторинної сировини у будівельній індустрії [2].

Мета роботи: дослідження якісних характеристик і властивостей будівельних виробів, що отримані в технології з використанням в якості кальцієвмісної вторинної сировини – шламу водоочищення ТЕС.

Матеріал і результати досліджень. У роботі вивчено декілька способів утилізації шламу водоочищення ТЕС у виробництві будівельних матеріалів. Досліджено склад сумішей вихідної сировини для виробництва будівельних виробів із застосуванням шламових відходів

водоочищення ТЕС, а також властивості зразків, отриманих за визначеними технологіями будівельних матеріалів. У роботі вивчали:

- 1) вплив застосування шламу водоочищення ТЕС при приготуванні бетонної суміші в технології виготовлення тротуарної плитки на властивості готової продукції;
- 2) властивості будівельних виробів при виробництві цегли із застосуванням шламових відходів ТЕС.

За розробленою технологією шлам використовували в якості замітника природних карбонатних матеріалів при отриманні добавки-наповнювача для приготування бетонної суміші в технології виробництва тротуарної плитки. Вплив наповнювача на властивості в'язучого визначається природою добавки-наповнювача. Карбонатні наповнювачі забезпечують значно кращі показники ранньої міцності в'язучого у порівнянні з добавками таких відходів як шлаки, зола та ін. Шлам водоочищення ТЕС, який має в своєму складі значну кількість кальцій карбонату, стійкий до лужного середовища цементного в'язучого і здатний хімічним шляхом взаємодіяти з мінералами цементного клінкеру, позитивно впливати на процеси гідратації, твердіння цементу, на структуру цементного каменю й, таким чином, слугувати повноцінним замітником природних карбонатних наповнювачів в змішаному в'язучому бетонній суміші у виробництві тротуарної плитки. Як наповнювач-замітник цементу шлам під час досліджень вводили безпосередньо у бетонну суміш.

Витрата компонентів бетонної суміші при виготовленні тротуарної плитки згідно з рецептурою складала: цемент – 1 частина; пісок – 2 частини; щебінь – 4 частини; пігмент – 2 – 3% від маси цементу; шлам водоочищення ТЕЦ – 1 – 5 % від маси цементу (у різних зразках бетонних сумішей – 1%, 3% і 5% від маси цементу). При цьому дозування цементу в зразках зменшували на 1 – 5% відповідно проценту введеного шламу.

Експериментальним шляхом у роботі дослідили вплив застосування шламу водоочищення ТЕС в якості карбонатного наповнювача при виготовленні бетонної суміші в технології виробництва тротуарної плитки на властивості готової продукції. Результати визначень властивостей отриманих зразків тротуарної плитки представлені у таблицях 1, 2.

Таблиця 1. Залежність водопоглинання зразків тротуарної плитки від вмісту шламу водоочищення ТЕС

№ п /п	Вміст шламу в бетонній суміші, %	Водопоглинання, %
1	0% (контроль)	4,58
2	1%	4,82
3	3%	4,9
4	5%	5,01

Таблиця 2. Залежність міцності на стиск зразків тротуарної плитки від вмісту шламу водоочищення ТЕС

№ п /п	Вміст шламу в бетонній суміші, %	Міцність на стиск, МПа
1	0% (контроль)	32,74
2	1%	32,17
3	3%	31,97
4	5%	31,06

Значення технологічних показників зразків тротуарної плитки згідно з даними табл. 1, табл. 2 відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-145:2008 для бетонних виробів: значення водопоглинання залишаються у межах не більше 6%, а міцності на стиск – не менше 30 МПа.

Під час досліджень також вивчено технологію виготовлення будівельної цегли з використанням одразу двох видів відходів: відпрацьованої формувальної суміші (горіла земля) – відходу ливарного виробництва та шламу водоочищення ТЕС.

Технологічний процес виготовлення будівельної цегли за вказаною технологією складається з наступних операцій:

- 1) підготовка сировинних матеріалів:
 - висушування матеріалів до вмісту вологи 0–0,5%;
 - подрібнення глини та горілої землі до величини фракцій 1,5–2 см;
 - помелу подрібнених матеріалів до проходження крізь сито 1,25 мм;
 - просіювання висушеного отверджувача крізь сито 0,63 мм;
 - магнітна сепарація горілої землі;
 - просіювання матеріалів;
 - приготування розчину в'язучого та барвника визначеної щільності;
- 2) дозування сировинних матеріалів ваговим або об'ємним дозатором;
- 3) приготування сировинної маси в змішувачі;
- 4) вагове або об'ємне дозування суміші для виготовлення цегли;
- 5) виготовлення виробів методом напівсухого пресування;
- 6) теплове твердіння пресованих виробів;
- 7) складування.

Компонентний склад сировинних матеріалів для виготовлення дослідної партії цегляних виробів на основі відпрацьованої формувальної суміші та шламу водоочищення ТЕС наведений у таблиці 3.

Таблиця 3. Компонентний склад матеріалів для виготовлення цегли

Найменування матеріалу	Склад №1, %	Склад №2, %
Горіла земля (КСЛЗ)	65	65
Отверджувач	25	15
Глина	–	10
В'язуче	5	5
Барвник, шлам водоочищення ТЕС	5	5

Для визначення фізико-механічних показників будівельних виробів за розробленими композиційними сумішами були виготовлені зразки цегли із застосуванням наступного режиму:

- тиск пресування – 800 кгс/см²;
- температура теплового затвердіння – 125 °С;
- підйом температури 125 °С – 2 години;
- витримка при температурі 125 °С – 3 години.

Результати дослідження показників щільності, водопоглинання й морозостійкості зразків цегли, які отримані за означених умов, наведені у табл. 4.

Таблиця 4. Фізико-механічні властивості зразків цегли різного складу

Показники	Склад виробів	
	Склад № 1	Склад № 2
Щільність, т/м ³	2125	2130
Водопоглинання, %	8,5	8,5
Морозостійкість при 20 °С, цикл	15	15

Висновки.

1. Технічні рішення й рекомендації щодо застосування шламу – відходу водоочищення ТЕС у виробництві будівельних матеріалів дозволяють отримати якісні будівельні вироби та знизити антропогенне навантаження на довкілля внаслідок зменшення накопичення вказаних відходів у навколишньому середовищі.

2. Застосування шламових відходів водоочищення ТЕС у виробництві тротуарної плитки не знижує якісних характеристик готової продукції, яка згідно з ДСТУ Б В.2.7-145:2008.

«Будівельні матеріали. Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови» відповідає вимогам щодо основних показників якості будівельних виробів – фігурних елементів мостіння: значення водопоглинання не перевищує 6%, а міцності на стиск – не менше 30 МПа.

3. Розроблена модель композиційного складу сировинної суміші для виготовлення будівельної цегли за умов тиску пресування цегли в інтервалі 700 – 1000 кгс/см² і режиму теплової обробки при 125 °С забезпечує отримання продукції задовільної якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пасенко А. В. Экологический аспект схем обращения с отходами водоочистки теплоэлектростанций. // «Екологічна безпека». – 2012. – Вип. 2/2012 (14). – С. 29 – 32.

2. Николаева Л. А. Ресурсосберегающая технология утилизации шлама водоподготовки на ТЭС : монография / Л. А. Николаева, Е. Н. Бородай. – Казань : КГЭУ, 2012. – 110 с.

SOME ISSUES FOR THE DISPOSAL OF SLUDGE WASTE THERMAL ENERGY INDUSTRY

A.V. Pasenko, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., A.I. Svjatenko, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., Mashtalir L.M., Sannikova K.I., stud.

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: pasenko2000@ukr.net

The authors have considered the problem of utilization of wastewater sludge at thermal power plants for the construction materials production. The engineering solutions and technical recommendations as for the implementation of the techniques developed conduce to the achievement of high-quality construction products and reduce the anthropogenic load on the environment due to the cut of environment content of the waste mentioned. The indexes of compression resistance and water absorption capacity for the obtained samples of the paving slabs and building bricks prove the samples conformity to the DSTU (National standards of Ukraine) for construction products.

Keywords: waste, sludge waste of water treatment in thermal power plants, utilization, building materials, compressive strength, water absorption.

REFERENCES

1. Pasenko A. V. Ecological aspect of charts of handling wastes of water treatment in thermal power plant / A. V. Pasenko // «Ecological Safety». – 2012. – Iss. 2/2012 (14). – PP. 29 – 32.

2. Nykolaeva L. A. Resource-saving technology for the utilization of sludge for water treatment at TPP : monograph / L. A. Nykolaeva, E. N. Borodai. – Kazan : KSEU, 2012. – 110 p.

ПЕРСПЕКТИВИ УТИЛІЗУВАННЯ ФОСФОГІПСУ У ЯКОСТІ КОМПОНЕНТА ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОРФОВИХ І ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ ТА МАТЕРІАЛУ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПЕРЕШКОД

Гладиш А. В.¹, Іващенко Т.Г.,²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, E-mail: naska.gladysh@gmail.com

²Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

вул. В. Липківського, 35, корпус 2, м. Київ, 03035, Україна, E-mail: etaa.dea@ukr.net

Наведено результати аналізу сучасного стану поводження з багатотоннажним відходом хімічної промисловості – фосфогіпсом і результати власних теоретичних та експериментальних досліджень з пошуку екологічно прийнятних способів його утилізації. Змодельовані теплові процеси в системі «торф'яний пласт – перешкода з дисперсного фосфогіпсу», проведено експериментальні дослідження з виявлення впливу домішок дисперсного фосфогіпсу на умови теплового самонагрівання та самозагоряння торфу. За результатами досліджень висвітлена перспективність використання фосфогіпсу для запобігання, обмеження поширення та гасіння торф'яних, а також ландшафтних пожеж.

Ключові слова: фосфогіпс, утилізація, торф'яні та ландшафтні пожежі, вогнегасні речовини, протипожежні перешкоди, самозагоряння торфу.

В Україні накопичено понад 60 млн т. фосфогіпсу – багатотоннажного відходу виробництва екстракційної фосфорної кислоти, при цьому його обсяги постійно зростають, оскільки при виробництві 1 т. фосфорної кислоти утворюється 4-7 т. фосфогіпсу. Об'єкти накопичення та зберігання такого відходу призводять до довготривалого негативного впливу на екологічну безпеку прилеглих до них території (вилучення земель із господарського користування, забруднення атмосферного повітря пилом, вимивання небезпечних сполук із забрудненням поверхневих водних об'єктів, ґрунтових вод тощо) [1].

Натепер відомі такі способи утилізації фосфогіпсу: виготовлення будівельних матеріалів; застосування для меліорації ґрунтів; застосування в паперовій і лакофарбовій промисловості; виробництві пластмас тощо. Проте, з різних причин лише незначна їх частина набула широкого застосування [1]. Відтак пошук та обґрунтування екологічно прийнятних технологій утилізації фосфогіпсу залишається актуальною проблемою, розв'язання якої є підґрунтям щодо створення передумов підвищення екологічної безпеки об'єктів його накопичення та зберігання, а також прилеглих до них територій, що і було метою роботи.

Матеріал і результати досліджень. В основу дослідження покладена ідея застосування фосфогіпсу для створення вогневих перешкод, а також його використання як компонента вогнегасних речовин, ефективних для запобігання та гасіння ландшафтних (лісових та торф'яних) пожеж.

Із застосуванням програмного забезпечення ANSYS [2], за методикою, описаною у роботі [3], змодельовано розподіл температури у системі «торф'яний пласт – протипожежна перешкода з дисперсного фосфогіпсу», результати якого наведено на рис.1. Як видно з рис.1, вигорання торфу відбувається на ділянці *в* за 28 год, а підвищення температури за межею протипожежної перешкоди (ділянка *а*) з дисперсного фосфогіпсу до температури самозагоряння торфу може стримуватися протягом цього часу, що є достатнім для своєчасного реагування сил відповідних пожежних підрозділів.

Для визначення товщини протипожежних перешкод з огляду на проміжок часу, який необхідно забезпечити для захисту ділянки торфового пласту, з використанням методу Ньютона [4] запропоновано використання регресійного аналізу, зокрема, використано поліном 3-го порядку [4], його вибір обумовлений виглядом кривої на рисунку 2.

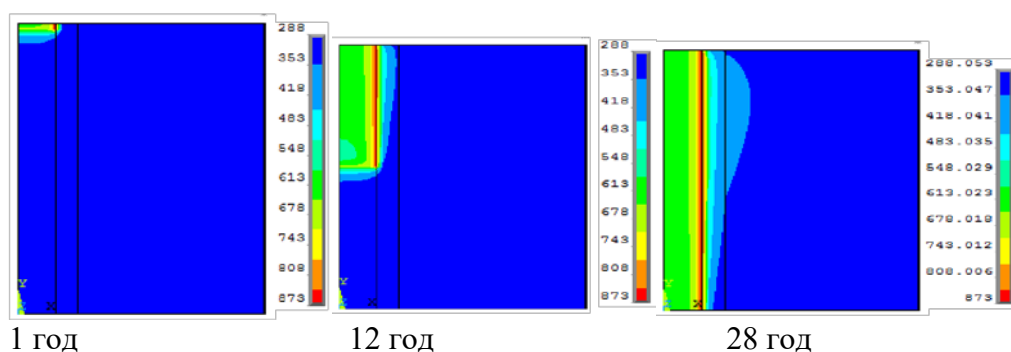


Рис. 1. Температурний розподіл (К) у торфовому пласті із протипожежною перешкодою (а) з фосфогіпсу товщиною 180 мм.

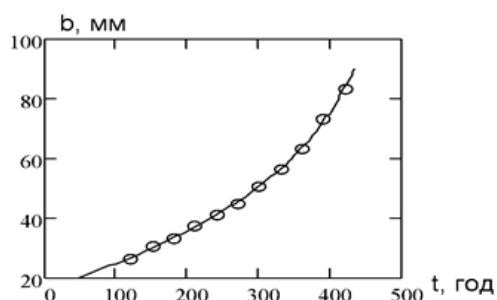


Рис. 2. Регресійна залежність товщини бар'єру з фосфогіпсу від необхідного часу захисту ділянки торфового пласту

Також проведені експериментальні дослідження з визначення умов теплового самонагрівання та самозагоряння зразка торфу, відібраного у Радохівському районі Львівської обл. (родовище Полуничне). Метою досліджень було виявлення впливу концентрації домішки фосфогіпсу до зазначеного зразка торфу на умови його самонагрівання та самозагоряння. Для проведення експериментальних досліджень використано фракції фосфогіпсу менше 45 мкм з вологістю від 0.3 до 1.0% (мас), які було виготовлено на промислово-експериментальній технологічній лінії, потужністю 1000 т на рік, спроектованої, виготовленої та апробованої у 2016р за керівництва Іващенко Т.Г. Дослідження проводилися в атестованій лабораторії Львівського державного університету безпеки життєдіяльності ДСНС України за методикою, регламентованою вимогами щодо пожежовибухонебезпечності речовин і матеріалів[5].

Суть методики визначення температури самозагоряння полягала у введенні певної маси досліджуваної речовини (торфу) в нагрітій об'єм робочої камери та оцінці результатів випробування. Методом послідовних наближень визначали мінімальну температуру робочої камери, за якої відбувається самозагоряння зразку і горіння продовжується понад 5 с, а за температури на 10 °С меншої – спостерігається відсутність горіння. За температуру самозагоряння дослідного зразка приймали середнє арифметичне двох температур, що відрізняються не більше ніж на 10 °С, при цьому за однієї з них спостерігається самозагоряння 3-х зразків, а за іншої – тричі зафіксовано відсутність самозагоряння.

Дослідження проводились в електричній сушильній шафі 2В-151 місткістю робочої камери 40 дм³ з терморегулятором, що дозволяє підтримувати постійну температуру від 60 °С до 250±3°С. Для проведення експериментів з корозійностійкого металу були виготовлені кошики кубічної та циліндричної форм висотою 35, 50, 70, 100, 140 мм (по 10 шт. кожного розміру) з кришками, товщина стінки кошика – (1,0 ± 0,1) мм., діаметр циліндричного кошика рівний його висоті. Для проведення досліджень були використані термоелектричні перетворювачі ТХА (3 шт) з максимальним діаметром робочого спаю не більше 0,8 мм. Термопари встановлювали так, щоб робочий спай однієї контактував із зразком та розташовувався в його центрі, другий – стикався із зовнішньою стороною кошика, третій –

знаходився на відстані (30 ± 1) мм від стінки кошика. Робочі спаї всіх трьох термопар розташовувались на одному горизонтальному рівні, відповідному середньої лінії термостата. Кошик заповнюють дослідним зразком, встановлюють термоелектричні перетворювачі за вищезгаданою в методикою. Зразок витримують в термостаті до самозагоряння, або його відсутності протягом 6, 12, 24, 48 та 96 год для кошиків висотою 35, 50, 70, 100, 140 мм відповідно.

Фактом самозагоряння вважали підвищення температури зразка за показами термоелектричного перетворювача №1 до 325 ± 50 °С. Випробування повторювали за різних температур із зразками однакового об'єму до досягнення мінімальної температури, за якої відбувається самозагоряння, а за температури на 10°C меншій за мінімальну, самозагоряння не відбувається. Середньоарифметичне значення цих температур приймають за температуру самозагоряння зразка цього об'єму.

Для оцінки впливу фосфогіпсу на теплові умови в торфовому пласті були проведені аналогічні дослідження із введенням до маси кожного зразка 10% подрібненого фосфогіпсу. Результати дослідження засвідчили, що наявність домішки сповільнює процеси самозагоряння торфу. На рисунках 3 і 4 проілюстровано пригнічення процесів самонагрівання (крива T1 на графіку демонструє температурні процеси в термошафі, що реєструє термопара за межами кошика(контроль), T2 – температурні процеси в центрі кошика, T3 – температурні процеси біля стінки кошика). Пригнічення процесів самонагрівання спостерігалися в усіх досліджуваних зразках. Для представлення обраний зразок, що містився в кошику висотою і шириною стінок 100 мм, як найбільш репрезентативний, оскільки зі збільшенням об'єму тари, збільшувалася насипна щільність зразка, що чинило вплив на інтенсивність перебігу процесів самозагоряння. За результатами досліджень, було виявлено, що самозагоряння обраних зразків торфу відбувалося за температури 325 ± 50 °С, як видно з Рис.3 (крива T2), при цьому в зразках, що містили 10% домішки фосфогіпсу, досягнення температури самозагоряння не спостерігалося (Рис.4).

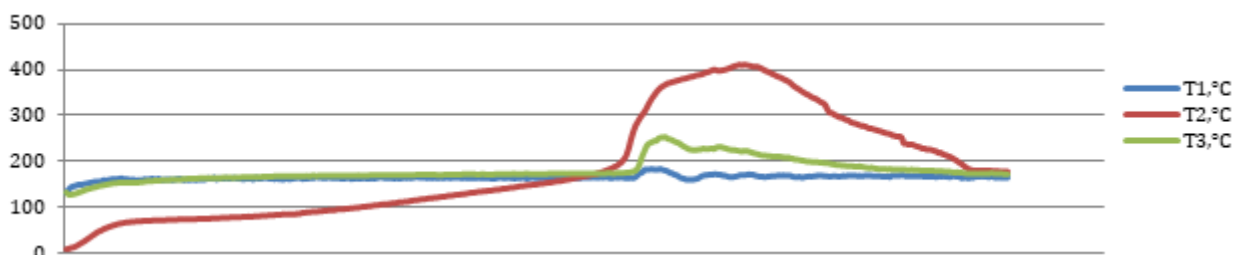


Рис. 3. Теплові процеси в досліджуваному зразку (чистий торф у кошику 100x100 мм). спостерігається самозагоряння

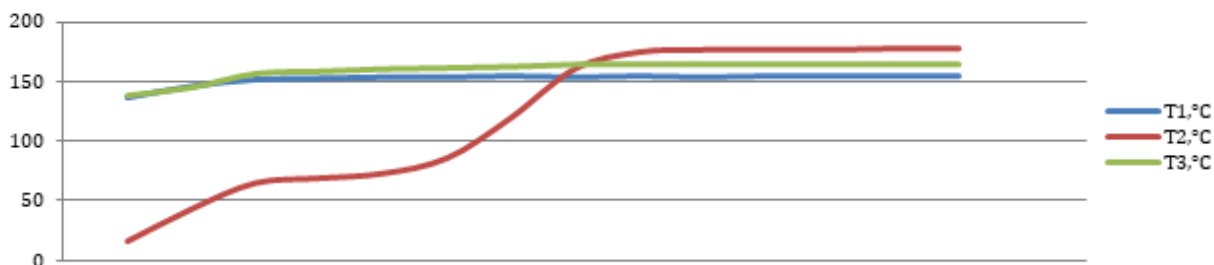


Рис. 4. Теплові процеси в досліджуваному зразку (торф із домішкою фосфогіпсу в кошику 100x100 мм). самозагоряння не відбулося

Пригнічення процесів самонагрівання спостерігалися в усіх досліджуваних зразках. Для представлення обраний зразок, що містився в кошику висотою і шириною стінок 100 мм, як найбільш репрезентативний, оскільки зі збільшенням об'єму тари, збільшувалася насипна щільність зразка, що чинило вплив на інтенсивність перебігу процесів самозагоряння. За

результатами досліджень, було виявлено, що самозагоряння обраних зразків торфу відбувалося за температури 325 ± 50 °С, як видно з Рис.3 (крива T2), при цьому в зразках, що містили 10% домішки фосфогіпсу, досягнення температури самозагоряння не спостерігалось (Рис.4).

Висновки. 1. Методом математичного моделювання розподілу температури у системі торф'яний пласт – протипожежна перешкода товщиною до 180мм з фосфогіпсу дисперсністю <45 мкм та вологістю від 0.3 до 1.0% показано, що такі перешкоди є ефективним засобом запобігання поширення пожежі у торфовищі.

2. За методом Ньютона встановлено регресійну залежність товщини протипожежної перешкоди з фосфогіпсу від необхідної тривалості захисту ділянки торфового пласту до прибуття сил реагування.

3. За результатами експериментальних досліджень умов самонагрівання та самозагоряння торфу встановлено, що введення до нього не менше 10% (мас) домішки фосфогіпсу дисперсністю 45 мкм, вологістю від 0.3 до 1.0% призводить до пригнічення процесів самонагрівання та самозагоряння торфу. Отримані результати свідчать про ефективність застосування подрібненого фосфогіпсу як складової композиції, придатної до гасіння торфових пожеж та обмеження їх розповсюдження, що дає підставу для проведення подальших польових випробувань, із застосуванням технічних засобів пожежогасіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іващенко Т.Г., Бондар О.І., Новосельська Л.П., Винниченко В.І. Фосфогіпс (екологічно безпечні шляхи утилізації та використання). М. – Київ: 2016

2. ANSYS, ANSYS 9.0 Manual Set, ANSYS Inc., Southpoint, 275 Technology Drive, Canonsburg, PA 15317, USA.

3. Мигаленко К.І., Ленартович Є.С., Поздєєв С.В., Семерак М.М. Розвиток пожеж на торф'яниках та торфорозробках – Вид. 1-е. – Черкаси: ЧІБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2016. – 140 с.

4. Власова Е.А. Приближенные методы математической физики: [учебн. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко] / Власова Е.А., Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2001. – 700 с..

5. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. ГОСТ 12.1.044-89 – М.: Из-во стандартов, 1989. – 42 с

PERSPECTIVES OF UTILIZING PHOSPHOGYPSUM AS A MATERIAL FOR FIREPROOF BARRIERS AS WELL AS A COMPONENT OF EXTINGUISHING AGENTS

Hladysh A. Ivashchenko T.,

Article presents the results of analysis of the current state of handling the multi-tonnage waste of the chemical industry phosphogypsum as well as the results of theoretical and experimental research in order to find environmentally sufficient methods of utilizing it. Thermal processes within the system “Peat layer - dispersed phosphogypsum barrier” have been simulated; experimental research has been conducted to determine whether impurities of dispersed phosphogypsum affect the conditions of thermal self-heating and self-combustion of peat. Research shows the prospects of using phosphogypsum for preventing, limiting the spread of and extinguishing peat and landscape fires.

Key words: phosphogypsum, utilization, peat and landscape fires, extinguishing agents, thermal processes simulation, fireproof barriers, self-combustion of peat.

REFERENCES

1. Ivashchenko TG, Bondar OI, Novoselskaya LP, Vinnichenko VI Phosphogypsum (environmentally friendly ways of disposal and use). Moscow - Kyiv: 2016

2. ANSYS, ANSYS 9.0 Manual Set, ANSYS Inc., Southpoint, 275 Technology Drive, Canonsburg, PA 15317, USA.

3. Mygalenko KI, Lenartovich ES, Pozdeev SV, Semerak MM Peat and Peat Fires Development - View. 1st. - Cherkasy: Chernobyl Heroes of the National Science Center of Ukraine, 2016. - 140 p.

4. Vlasova EA Approximate methods of mathematical physics: [textbook. for universities / ed. V.S. Zarubina, A.P. Krischenko] / Vlasova EA, Zarubin VS, Kuvyrkin GN - M.: Moscow State Technical University. Bauman, 2001. - 700 pp.

5. Flammability of substances and materials. Nomenclature of indicators and methods of their determination. GOST 12.1.044-89 - M.: Due to Standards, 1989 - 42 p

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ОСТАТКОВ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ

М. М. Орфанова, к.т.н., доц.

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

ул. Карпатська, 15, м. Ивано-Франковск, 76018, Україна. E-mail: m.orfanova@gmail.com

Введение. Актуальной проблемой является неограниченной потребление минерально-сырьевых ресурсов и образование значительных объемов отходов. Поэтому важным есть комплексная переработка природного сырья и вовлечение отходов в производство как техногенных ресурсов. **Цель работы** – перспективность использования методов механохимической активации нефтяных углеводородов в разработке технологий утилизации углеводородных тяжелых остатков нефтегазопереработки. **Материал и результаты исследований.** Под воздействием механоактивации происходит деструкция тяжелых углеводородов и образование легких. Процесс механоактивационной обработки углеводородного сырья и отходов регулируется. Изменяя режим активационной обработки углеводородов можно прогнозировать получение тех или иных фракций углеводородов с минимальными энергозатратами. **Выводы.** Механоактивация отходов нефтегазопереработки позволяет получать дополнительно значительное количество легких фракций углеводородной продукции, что снижает количество образования отходов производства и открывает перспективу более глубокой переработки углеводородного сырья.

Ключевые слова: механоактивация, углеводородное сырье, отходы нефтегазопереработки, мазут, кубовый остаток.

Введение. Дефицит топлива и прогрессирующий рост его потребления приводят к неограниченной добыче минерально-сырьевых ресурсов. Поэтому уменьшение объемов их запасов приводит к необходимости рационального использования сырьевых ресурсов и поиску нетрадиционных и комплексных методов их переработки. В связи с чем, повышаются требования к охране окружающей среды и актуальным становится рассмотрение отходов как техногенных минерально-сырьевых ресурсов. Неотрывной частью данной проблемы является усовершенствование процессов утилизации отходов.

Проблема переработки отходов нефтегазового комплекса есть актуальной для всех стран, которые занимаются добычей та переработкой нефти и газа [1, 2]. На всех стадиях нефтегазового производства образуется разнообразные отходы в больших объемах. Их специфика заключается в многокомпонентном нестабильном составе. Все это значительно усложняет не только их утилизацию, но и хранение.

Предприятия нефтегазового комплекса относятся до основных объектов топливно-энергетического комплекса Украины. И для нефтегазоперерабатывающих заводов актуальным является не только решение задачи увеличения глубины переработки углеводородного сырья, а вовлечение отходов производства в технологический процесс получения готовой углеводородной продукции.

Цель работы – перспективность использования методов механохимической активации нефтяных углеводородов в разработке технологий утилизации углеводородных тяжелых остатков нефтегазопереработки.

Материал и результаты исследований. Для переработки тяжелых нефтяных остатков используются разные способы: термический некаталитический крекинг при отсутствии водорода, каталитический крекинг в присутствии водорода или в его отсутствии. Для их практического

использования используют различные технические решения. Но основным их недостатком является временной период воздействия на тяжелые остатки, не возможность регулирования процесса образования легких фракций и в отдельных случаях необходимость дополнительной подачи водорода.

В связи с чем, перспективным представляется использование метода механоактивации веществ. Как известно, возможность изменения реакционной способности веществ под действием механических сил лежит в основе метода механической активации веществ. К настоящему времени накоплен многочисленный экспериментальный материал, который позволяет установить многообразие физико-химических процессов, которые возникают при механохимической активации веществ.

При этом особое внимание привлекает область исследования механохимических реакций органических веществ, в том числе и углеводородов.

Исходя из теоретических представлений, условия образования углеводородов определяются присутствием или существованием свободного водорода, что подтверждается экспериментальными исследованиями синтеза углеводородов. Именно деструктивная гидрогенизация органических веществ остается наиболее действенным способом получения углеводородов. Изучение химизма этих преобразований проводилось на основе гидрогенизации органических веществ с использованием простых соединений. Гидрогенизация органических остатков заключается в реакции насыщения водородом ароматических колец, реакции разрыва и насыщения водородом гетеросвязей, реакции изомеризации, реакции полимеризации и конденсации.

Бутягин П.Ю. в своей работе «Принудительные» реакции в неорганической и органической химии» отмечал, что химическое строение продуктов механохимической деструкции определяется направлением протекания реакций в конкретном полимере. В результате механоактивации в полимере происходит нарушение их молекулярной

структуры и разрыв цепочки, в результате чего происходит образование свободных радикалов. Этот процесс сопровождается реакциями присоединения, разрыва, рекомбинации радикалов. Реакции присоединения приводят к возникновению «разветвлений» цепочки, а реакции разрыва – образованию низкомолекулярных продуктов деструкции макромолекул. И такой процесс носит цепной характер.

Известны исследования переработки тяжелых углеводородных остатков в таких основных направлениях:

- получения дорожных битумов из остатков переработки тяжелых нефтей с использованием тяжелой смолы пиролиза и нейтрализованного кислого гудрона [3, 4];
- получение дизельного топлива;
- получение минерального компонента асфальтобетонных смесей на основе нефтешламов [5];

Известно, что активация высокомолекулярных углеводородов приводит к разрушению химических связей и образованию веществ с меньшей массой и более низкой температурой кипения. Так, за результатами исследований активации мазута в условиях крекинга можно дополнительно выделить более 10 % светлых фракций углеводородов. Таким образом, процесс механоактивации мазута приводит к снижению содержания асфальтенов.

Исследования в направлении переработки мазута в моторные топлива также показали эффективность использования метода механоактивации веществ. В Институте химии нефти (г. Томск, РФ) Сибирского отделения РАН Ломовским О.И., Игошиным В.А. было установлено, что использование вибротехнологии для разрыва высокомолекулярных углеводородов способствует разрыву химических связей и образованию соединений с более низкой температурой кипения.

При активации мазута в виброактиваторе в течении 40 мин удалось выделить существенное количество светлых фракций, а активации остатка - еще больше. Механоактивация мазута приводит к возможности изменения температуры начала кипения, что свидетельствует об изменении в составе мазута. А снижение температуры кипения – об увеличении содержания легких фракций. Наблюдается снижения содержание асфальтенов на 0,5% мас. в мазуте после механоактивации по сравнению с исходным мазутом.

Также возможно использование различных добавок как катализаторов процесса механоактивации углеводородов. Их использование может способствовать повышению эффективности механохимических процессов и увеличению количества образования легких углеводородов.

В Институте химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск, РФ) и в Институте химии нефти Сибирского отделения РАН (г. Томск, РФ) Ломовским О.И., Игошиным В.А., Мамыловым С.Г., Головки А.К. и Днепровским К.С. проводились исследования по совместной механохимической

переработки нефтяных остатков с углем.

Результаты экспериментов показали, что при добавлении угля содержание насыщенных углеводородов увеличивается. Однако с увеличением содержания угля наблюдалась тенденция уменьшения содержания насыщенных углеводородов, оставаясь при этом выше, чем в исходном мазуте. При содержании угля в смеси (уголь-мазут) до 20 % в продуктах ее механоактивации содержание насыщенных углеводородов преобладает над содержанием ароматических. Но при этом было установлено, что во всех продуктах механоактивации мазута с углем содержание асфальтенов ниже 1,5-2 раза, чем в исходном мазуте.

Был проведен комплекс работ для исследований возможности применения эффектов механоактивации в процессах переработки тяжелых остатков нефте- и газопереработки. Для исследований проводились с мазутом и кубовым остатком.

Исследования с мазутом. Анализ результатов лабораторных исследований показал [6], что после механоактивации мазута происходит уменьшение тяжелых фракций углеводородов и образование легких углеводородных фракций, что свидетельствует о протекании процессов деструкции; при увеличении времени обработки происходит обратный процесс - уменьшение образования легких фракций.

Регулируя время обработки мазута, можно добиться увеличения выхода фракций с температурой кипения до 280⁰ С в 5-7 раз (рис. 1).

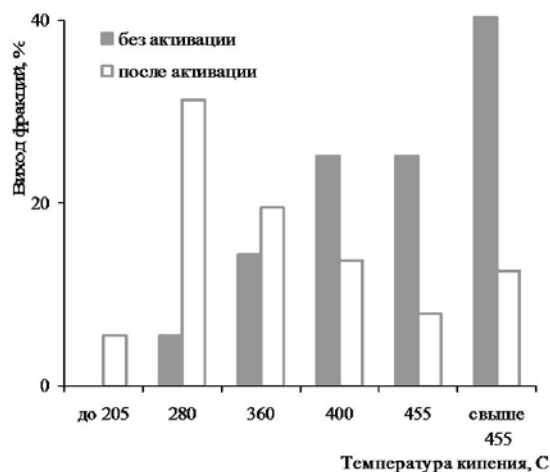


Рисунок 1 – Результаты фракционной разгонки мазута

Таким образом, процесс деструкции одних углеводородных фракций сопровождается процессом синтеза других фракций углеводородов [7].

Исследования с кубовым остатком фракционирования газа. Результаты фракционной разгонки показали, что увеличение выхода легких фракций происходит за счет деструкции фракций с температурой кипения более 340⁰ С. Анализ

результатов лабораторных исследований показал, что за счет регулирования механических нагрузок и времени обработки кубового остатка, можно дополнительно получить более 10% дизельного топлива [6].

Результаты проведенных исследований показали, что механоактивация может быть эффективно применена для преобразования газообразных и жидких углеводородов и этот процесс подлежит регулированию. Под действием механоактивации за счет деструкции тяжелых фракций с температурой кипения выше 400⁰С образуются более легкие углеводороды с температурой кипения до 280⁰С, выход которых меняется от 15% до 44% в зависимости от условий активации, в несколько раз превышает выход этих фракций из исходного неактивированной продукта (рис. 2).

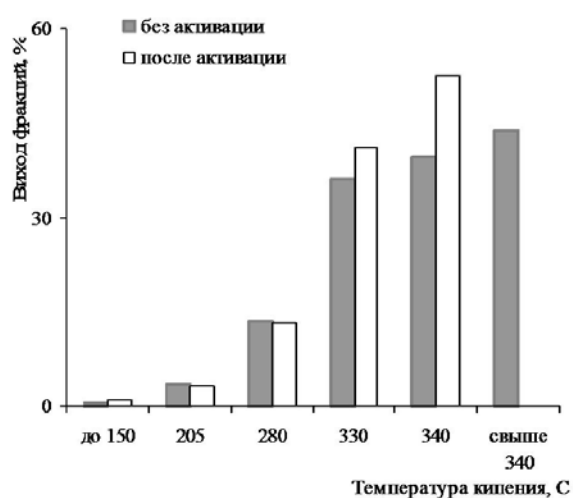


Рисунок 2 - Результаты фракционной разгонки кубового остатка

Механоактивация отходов нефте- и газопереработки позволяет получать из них дополнительно значительное количество легких фракций углеводородов, уменьшает объемы отходов и открывает перспективу более глубокой переработки нефтегазового сырья [7].

С позиции современных теоретических представлений результаты проведенных исследований можно объяснить следующим образом. Известно, что при механохимической действия в первую очередь разрываются связи С-С боковых цепей изобудовы, в дальнейшем С-С связи алифатических цепей, кроме того отдельные цепочке молекулы соударяются, передавая энергию фрагментам молекул, происходит одновременно процессы деструкции и синтеза.

Проведенные исследования дают основание утверждать, что процессы механоактивации влияют на качественные характеристики углеводородного вещества, и подтверждают наличие химических превращений углеводородов под влиянием механоактивации. При этом происходят одновременно процессы деструкции та синтеза углеводородов. Установлено, что для тяжелых

углеводородов возможно регулирование их молекулярной массы и структуры [8].

Таким образом, увеличение содержания насыщенных углеводородов в результате механоактивационного воздействия происходит за счет деструкции высокомолекулярных соединения с длинной алифатической цепочкой.

Выводы. Результаты полученных данных позволяют сделать следующие общие выводы о влиянии механоактивации на исследуемые тяжелые углеводороды:

- под действием механоактивации одновременно проходят процессы деструкции углеводородов и их синтеза;

- механоактивация дает возможность синтеза высококипящих углеводородов, которые отсутствуют в исходном продукте;

- выход конкретных фракций зависит как от времени активации, так и от времени выдержки активированных продуктов;

- процесс активации регулируемый;

- с помощью механоактивации нефтепродуктов увеличивается выход вещества, отгоняется за счет уменьшения сухого остатка;

- механоактивация позволяет резко снизить температуру перегонки конкретных продуктов;

- под действием механоактивации в пределах 30 сек из мазута отгоняется примерно 36,6% фракций с температурой кипения до 280⁰С, в то время как из исходного топливного мазута этот объем составляет 5,5%;

- в результате механоактивации наблюдается снижение температуры начала кипения в интервале от 30 до 50⁰С. что обуславливает рост объема светлых нефтепродуктов;

- установлена закономерность - механоактивация тяжелых остатков нефтепереработки с температурой начала кипения более 400⁰С дает возможность получить фракцию 280⁰С за счет деструкции тяжелых углеводородов;

- в результате механоактивации кубового остатка в течение 15 сек было получено дополнительно 12% тяжелого дизельного топлива за счет фракций, кипящих при температуре выше 340⁰С.

Полученные результаты могут быть положены в основу технологии повышения отбора светлых фракций из углеводородного сырья при минимальных энергозатрат. Кроме того, следует отметить, что процесс механоактивационной обработки нефтяного сырья является регулируемым. Подбирая режим активационной обработки углеводородов можно прогнозировать получение определенных нефте-масло-продуктов при минимальных энергозатрат.

Результаты накопленного значительного экспериментального материала по исследованию физико-химических и механохимических процессов, которые происходят в углеводородах в условиях механоактивации, показывают необходимость их внедрения в технологические процессы переработки, как углеводородного сырья, так и отходов нефтегазового производства.

В настоящее время созданы технические

средства, которые позволяют практически осуществлять механическую активацию веществ в промышленных условиях, в проточном режиме и с высокой производительностью, открывает возможности разработки и практического внедрения технологий переработки и отходов ее переработки, основанные на механохимических эффектах

ЛИТЕРАТУРА

1. Qomarudin Helmy, Edwan Kardena. Petroleum Oil and Gas Industry Waste Treatment; Common Practice in Indonesia. *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 2015. Volume 6, Issue 5.
2. Жилинская Я.А., Устенко С.В. Классификация отходов нефтегазодобычи и обоснование критериев выбора технологии обращения с отходами. *Транспорт. Транспортные сооружения. Экологи*, 2016. № 4, С. 80-96.
3. Гринишин О. Б., Хлибишин Ю. Я., Нагурский О. А., Нагурский А. О. Методы одержання бітумів із залишків переробки важких нафт. *Технологии*

пищевой, легкой и химической промышленности, 2015. №5/4 (25). С.45-48.

4. Фидер І.В., Гринишин О.Б., Шишак О.В. Одержання бітумів на основі залишків переробки нафт. *Нафтогазова галузь України*, 2015. №5. С.29-34.
5. Орфанова М.М. Використання нафтошламів у дорожнобудівельних матеріалах. *Енерготехнології та ресурсозбереження*. 2014. № 4. С. 36-41.
6. Влияние механоактивации на физико-химические свойства углеводородов / Екологічна безпека. № 1 (27). 2019. С. 38-44.
7. Орфанова М.М., Семчук Я.М. Перспективи використання методів механоактивации для вирішення проблеми утилізації відходів. *Вісник КрНУ ім. М. Остроградського*, 2013. №5 (82). С. 160-166.
8. Спосіб переробки важкого нафтового залишку: пат. 32925 Україна : МКИ С 10 G 15/00. № 98074122; заявл. 28.07.98 ; опубл. 15.02.2001, Бюл. №1.

PERSPECTIVE TECHNOLOGIES FOR THE RECYCLING OF HYDROCARBON OIL AND GAS PROCESSING WASTES

M. Orfanova, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

vul. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. E-mail: m.orfanova@gmail.com

Introduction. Unlimited consumption of mineral resources and the formation of a significant amount of waste is an urgent problem. Therefore, the integrated processing of natural raw materials and the involvement of waste in production as man-made resources is important. **Purpose** – the prospect of mechanical activation of hydrocarbons in the development of recycling hydrocarbon residues heavy refined technology. **Results.** The destruction of heavy hydrocarbons and the formation of light hydrocarbons occurs under the influence of mechanical activation. The mechanical activation processing of hydrocarbon raw materials and waste is regulated. You can change the mode of hydrocarbons activation processing. It is possible to predict the receipt of certain fractions of hydrocarbons with minimal energy consumption. **Conclusion.** Mechanical activation of oil and gas processing wastes allows to obtain an additional amount of light fractions of hydrocarbon products. This reduces the amount of waste generated. There is the prospect of a deeper processing of hydrocarbons.

Key words: mechanical activation, hydrocarbon raw materials, oil and gas processing wastes, fuel oil, bottoms bottoms products.

REFERENCES

1. Qomarudin Helmy, Edwan Kardena. Petroleum Oil and Gas Industry Waste Treatment; Common Practice in Indonesia. *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 2015. Volume 6, Issue 5.
2. Zhilinskaya Ya.A., Ustenko S.V. "Klassifikaciya othodov neftegazodobychi i obosnovanie kriteriev vybora tehnologii obrasheniya s othodami". [Oil and gas production waste classification and justification of choice criteria of waste treatment technologies] *Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologi*, 2016. № 4, С. 80-96.
3. Grinishin, O. B., Hlibishin, Yu. Ya., Nagurskij, O. A., Nagurskij A. O. "Metodi oderzhannya bitumyv iz zalishkiv peperobki vazhkih naft" [Methods for producing bitumen from heavy oil refining residues]. *Tehnologii pishevoj, legkoj i himicheskoy promyshlennosti*, 2015. №5/4 (25). pp.45-48.
4. Fider, I.V., Grinishin, O.B., Shishak, O.V. Oderzhannya bitumiv na osnovi zalishkiv pererobki

naft. [Production of bitumen based on oil residues]. *Naftogazova galuz Ukrayini*, 2015. №5. С.29-34.

5. Orfanova, M.M. "Vikoristannya naftoshlamiv u dorozhnobudivelnih materialah" [The use of sludge in road building materials]. *Energotehnologii i resursosberezhenie*. 2014. № 4. pp. 36-41..
6. Orfanova, M.M. "Vliyanie mehanoaktivacii na fiziko-himicheskie svoystva uglevodorodov" [Influence of mechanoactivation on the physicochemical properties of hydrocarbons]. *Ekologichna bezpeka*. № 1 (27). 2019. С. 38-44.
7. Orfanova, M.M., Semchuk, Ya.M. "Perspektivi vikoristannya metodiv mehanoaktivacii dlya virishennya problemi utilizaciyi vidhodiv" [Prospects for the mechanical activation method to solve the problem of waste disposal]. *Visnik KrNU im. M. Ostrogradskogo*, 2013. №5 (82). pp. 160-166.
8. Sposib pererobki vazhкого naftovого zalishku : [Method of processing heavy oil residue] pat. 32925 Ukrayina : MКИ С 10 G 15/00. № 98074122; zayavl. 28.07.98 ; opubl. 15.02.2001, Byul. №1

