

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами **Всеукраїнської науково-
технічної онлайн-конференції
молодих учених та студентів
«Еколого-енергетичні проблеми
сучасності»**

11-12 квітня 2024 року



2024

Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів
«Еколого-енергетичні проблеми сучасності»

Одеський національний технологічний університет
11-12 квітня 2024 р.

Міністерство освіти і науки України. – Одеса: ОНТУ. – 2024. – 67 с.

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень студентів, магістрів та
аспірантів різних університетів та академій України

Розглянуто наступні напрями досліджень:
Екологія. Технології захисту навколишнього середовища
Теплофізика, наноматеріали та нанотехнології, нетрадиційна відновлювана енергетика,
прикладна екологія
Теплоенергетика, нафтогазова інженерія та технології

Мова видання: українська, англійська

Відповідальний редактор: *Гаркович О.Л.*, завідувач кафедри екології, води та
природоохоронних технологій, канд. біол. наук, доцент

За достовірність інформації відповідає автор публікації

ISBN 978-617-8005-99-3

Одеський національний технологічний університет, 2024 р.

СЕКЦІЯ 1

ЕКОЛОГІЯ. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ПОТЕНЦІАЛ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЯКІ ЗДАТНІ ДО ДЕГРАДАЦІЇ ВУГЛЕВОДНІВ

¹Galyna Krusir, д.т.н., професор, University of Applied Sciences und Arts Northwestern Switzerland та Одеський національний технологічний університет

²Olena Kupriyashkina, аспірант, Одеський національний технологічний університет

Відповідно до принципів циркулярної економіки природозахисні технології прогресивно розвиваються в напрямку використання більш природних, екологічних та стійких методів біоремедіації. Біодеградація вуглеводнів суттєво залежить від мікробного метаболізму, який генерує вуглекислий газ та воду як кінцеві продукти. Тому метаболічний потенціал мікроорганізмів та виділення вуглеводневопластичних мікроорганізмів мають важливе значення для біодеградації вуглеводнів. Це зумовило постійний пошук мікроорганізмів з відповідними метаболічними можливостями для деградації вуглеводнів.

Мікроорганізми вважаються найкращими утилізаторами в природі завдяки своїй здатності отримувати вуглець та енергію з численних сполук, а забруднене нафтою середовище є ідеальним місцем для виділення бактерій, здатних розкласти вуглеводні. Це пояснюється тим, що наявність вуглеводнів у середовищі вибірково сприяє розмноженню бактерій, стійких до токсичності вуглеводнів та/або здатних до їх деградації через дефіцит інших джерел вуглецю та енергії, тим самим впливаючи на різноманітність бактеріального угруповання.

Таким чином, з огляду літературних джерел видно, що багато видів бактерій, які належать до різних класів, здатні деградувати нафтові вуглеводні. При цьому залишаються нез'ясованими питання складу мікробних контамінантів найбільш поширених видів ґрунтів, впливу забрудненості вуглеводневими хімічними полутантами на склад присутніх в ньому мікроорганізмів та можливість процесів ремідації наявними в такому ґрунті мікроорганізмами.

З метою дослідження мікробіологічного пейзажу забрудненого нафтою та нафтопродуктами ґрунту, визначення їх потенційної здатності проводити біодеградацію нафтових вуглеводнів було здійснено відбір проб ґрунту, забрудненого сировою нафтою. Відбір зразків ґрунту проводили з двох нафтобаз в Одеській області: нафтобази Одеського та Чорноморського портів.

За результатами дослідження було встановлено склад мікробних контамінантів зразків ґрунту, забруднених нафтою та нафтопродуктами з нафтобаз портів півдня України, та визначена можливість їх біоремедіації наявними в ґрунті мікроорганізмами. Встановлено мікробіологічний пейзаж забрудненого нафтою та нафтопродуктами ґрунту, визначено кількісну та якісну характеристики, груповий та дендрологічний склад мікроорганізмів, визначено їх потенційну здатність проводити біодеградацію нафтових вуглеводнів. Охарактеризовано ступінь санітарно-екологічного забруднення зразків за кількістю основних груп мікроорганізмів – мезофільно-аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), плісневих грибів, дріжджів, а також домінування на 3–5 порядків МАФАНМ серед досліджених груп мікроорганізмів. За показниками МАФАНМ, кількістю термофільних бактерій, титрами нітрифікуючих бактерій, *E. coli*, *Clostridium perfringens*, бактерій роду *Proteus*, ступенем забруднення нафтопродуктами досліджені зразки ґрунту характеризуються як забруднені і сильно забруднені. За дослідженнями морфологічних, тинкторіальних, культуральних, біохімічних властивостей виділено 130 видів та визначено 9 морфогруп бактерій в нафтозабруднених зразках ґрунту. За комплексом досліджених властивостей виділених мікроорганізмів побудована дендрограма.

Таким чином, за результатами скринінгу виділені з забруднених зразків ґрунту мікроорганізми здатні проводити біодеградацію довголанцюгових алканів нафтових

вуглеводнів. Визначені групи мікроорганізмів можна розташувати в наступній послідовності за збільшенням цього показника: *Bacillus subtilis* та *Paenibacillus macerans* < *Paenibacillus polymyxa* < *Bacillus licheniformis* < *Bacillus thuringiensis* < *Bacillus megaterium* < *Bacillus pumilis* < *Bacillus cereus* < *Paenibacillus circulans*. Найбільш перспективними штамми визначено *Paenibacillus circulans* та *Bacillus cereus*, які біотрансформують до 48 відсотків від загальної кількості вуглеводнів.

Таким чином, досліджені мікроорганізми нафтозабруднених ґрунтів є ефективними біодеструкторами нафти та нафтопродуктів, які можуть бути використані для ліквідації нафтових розливів, для очищення компонентів навколишнього середовища від нафтових вуглеводнів. Також перспективним є іммобілізація визначених груп мікроорганізмів на носіях природного походження (рисова лузга, кавова гуща і т.д.) з метою очищення нафтовмісних стічних вод.

Література

1. Abatenh, E., Gizaw, B., Tsegaye, Z., Wassie, M. 2017. Application of microorganisms in bioremediation – review. *J. Environ. Microbiol.* 1 (1), 2–9. Application of microorganisms in bioremediation-review (pulsus.com);
2. Abdulsalam, S., Bugaje, I., Adefila, S., Ibrahim, S. 2011. Comparison of biostimulation and bioaugmentation for remediation of soil contaminated with spent motor oil. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 8, 187–194. BF03326208.pdf;
3. Abousnina, R.M., Manalo, A., Shiau, J., Lokuge, W. 2016. An overview of oil contaminated sand and its engineering applications. *Int. J. GEOMATE* 10 (1), 1615–1622. 1615-1622-150602-rajab-Feb-2016.pdf;
4. Adams, G.O., Fufeyin, P.T., Okoro, S.E., Ehinomen, I. 2015. Bioremediation, biostimulation and bioaugmentation: A review. *Int. J. Environ. Bioremediat. Biodegrad.* 3 (1), 28–39. doi: 10.12691/ijebb-3-1-5;
5. Agarry, S., Latinwo, G.K. 2015. Biodegradation of diesel oil in soil and its enhancement by application of bioventing and amendment with brewery waste effluents as biostimulating-bioaugmentation agents. *J. Ecol. Eng.* 16 (2), 82–91. <https://doi.org/10.12911/22998993/1861>;
6. Al-Zubaidi, I., Al-Tamimi, A. 2018. Soil remediation from lubricating oil. *Environ. Technol. Innov.* 9, 151–159. doi: 10.1016/j.eti.2017.11.004;
7. Bergey`s Manual of systematic bacteriology. 2005. The proteobacteric. Part A, Bergey`s Manual Trust Department of Microbiology and Molecular Genetics Michigan State University, 2. 1 (springer.com);
8. Chaillan, F., Flèchi, A.L., Bury, E., Phantavong, Y., Grimont, P., Saliot, A., Oudot, J. 2004. Identification and biodegradation potential of tropical aerobic hydrocarbon-degrading microorganisms. *Res. Microbiol.* 155, 587–595. doi: 10.1016/j.resmic.2004.04.006.

UDC 628.165-032.26:556.1:504.03

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF WATER DESALINATION TECHNOLOGIES

**Vasylyv B., graduate student
Odesa National University of Technology**

Due to the growing shortage of fresh water in the world, desalination technologies are increasingly used for industrial and municipal water supply. In 2020, more than 18.5 thousand desalination plants were already in operation worldwide. Their total capacity was almost 100 million m³/day. Most of the world's desalinated water is extracted from seawater, and almost a third is produced from brackish groundwater or surface water. The predominant technology used in

modern desalination plants is reverse osmosis [1]. But despite the promise of desalination to solve water supply problems in regions with a shortage of fresh water, it is still important to research and assess the impact of such technologies on the environment and society for a sustainable future. This is necessary to make informed decisions on the use of certain desalination technologies, as well as to implement measures to minimize the negative effects of such technologies. The purpose of the study was to analyse the environmental impacts of desalination technologies.

Desalination technologies are a source of various negative environmental impacts. This impact of desalination technologies begins to be detected at the stage of water intake from a reservoir. As the water flows through the desalination system, small aquatic life (fish larvae and plankton) is introduced into the water. They are damaged and die. As a result, the overall food chain in the reservoir changes. A significant environmental impact of desalination technologies is caused by the pollution of natural water bodies by undiluted brines from desalination plants. Local discharge of brines characterized by high salt concentration and other chemical composition into surface water bodies harms flora and fauna of these water bodies and changes the ecosystem of the water body. Untreated wastewater from desalination plants also has a negative impact. Wastewater is generated during the washing and disinfection of equipment and plant premises. They may contain residues of disinfectants and detergents that are toxic to living organisms in natural water bodies [2, 3].

Desalination plants require energy to operate. And its generation requires natural minerals. As the number of such plants in the world is constantly growing, the depletion of natural mineral resources is occurring at a higher rate. In addition, electricity generation is also associated with greenhouse gas emissions. This is another type of environmental impact of desalination technologies. Greenhouse gas emissions, in turn, are one of the causes of climate change, and climate change leads to an even greater aggravation of water problems. We should not forget that the operation of desalination plants generates noise, the systematic impact of which on people and animals can worsen their health. Another environmental aspect of desalination technologies is the disruption of natural ecosystems in coastal areas or land plots farther from the coast as a result of the construction of new desalination plants [2, 3].

As we can see, desalination technologies, in addition to providing people with fresh water, also have many negative impacts on the environment. At the same time, it is impossible to fully assess the benefits and harms of these technologies today. There is a lack of quantitative assessments of environmental impacts for different technologies. There is no mathematical model that would combine environmental impacts and technical characteristics of technologies into one comprehensive criterion. The availability of such a criterion would make it possible to more comprehensively assess the technological efficiency and environmental safety of a particular desalination technology for humanity, to argue for the feasibility of their use or ways to improve them.

References

1. Feria-Díaz, J.J., Correa-Mahecha, F., López-Méndez, M.C., Rodríguez-Miranda, J.P., Barrera-Rojas, J. (2021). Recent Desalination Technologies by Hybridization and Integration with Reverse Osmosis: A Review. *Water.*, 13(10):1369. <https://doi.org/10.3390/w13101369>
2. Triki, Z. (2023). A Critical Analysis of the Environmental Impacts of Desalination. *Online J Ecol Environ Sci.* 1(2): 2023. OJEES. MS.ID.000507. <https://doi.org/10.33552/OJEES.2023.01.0005027>
3. Elsaid, K., Kamil, M., Sayed, E.T., Abdelkareem, M.A., Wilberforce, T., Olabi, A. (2020). Environmental impact of desalination technologies: A review. *Science of The Total Environment*, 748, 141528. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141528>

ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ РОПИ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА З РОЗЛИВУ ПРИРОДНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ

Литвин О.О., студентка, Василів Б.О., аспірант
Одеський національний технологічний університет

В Україні та світі відмічається тенденція зростання ринку фасованих вод, зокрема природних мінеральних та питних вод на їх основі [1-2]. Крім користі для населення, виробництво з розливу мінеральних вод створює екологічні ризики для довкілля. Джерелом ризиків, зокрема, є стічні води, що утворюються при опрісненні мінеральної води на установках зворотного осмосу [3]. Такі стоки мають більшу концентрацію солей. На підприємствах їх ще називають ропою. В Україні ропу не переробляють. Її утилізують шляхом розведення водопровідною водою до концентрацій домішок, що є допустимими для скиду стічних вод в міську каналізацію. При такому вирішенні проблеми реалізується нераціональне відношення до водних ресурсів. Адже прісна природна вода, піднята з поверхневої водойми та оброблена до стану питної води з витрачанням чималих коштів, використовується не для задоволення питних потреб людей. Вона з ропою, що також є цінним водним і мінеральним ресурсом, переходить в категорію стічних вод. Вважаємо, що в умовах зростаючого дефіциту прісних вод та погіршення якості водних ресурсів більш перспективним шляхом утилізації ропи є її переробка в корисні продукти. Наприклад, виробництво із ропи мінеральних солей та отримання для виробництва додаткової кількості прісної води. Розробці технологій мінеральних солей із розсолів, які утворюються при опрісненні морської води приділялося багато уваги [4]. Але питання щодо отримання солей із ропи після опріснення мінеральних вод є мало вивченим. Враховуючи тенденції розвитку ринку фасованих природних мінеральних вод та вод питних на їх основі, а також інший хімічний склад та рівень солоності ропи, вважаємо актуальним такий напрямок наукових досліджень.

Метою даної наукової роботи є розробка технології мінеральних солей із ропи, спрямованої на підвищення екологічної безпеки підприємств з розливу природних мінеральних вод. Завдання роботи наступні: дослідити хімічний склад природної мінеральної води та фракцій, що утворюється при її опрісненні на установці зворотного осмосу; дослідити зміну хімічного складу ропи при її концентруванні виморожуванням; отримати мінеральну сіль із кріоконцентрату та дослідити її характеристики; запропонувати принципову технологічну схему виробництва мінеральної солі із ропи.

Під час виконання наукової роботи вивчали хімічний склад зразків природної мінеральної води, ропи та опрісненої фракції. Зразки природної води та її фракцій після зворотного осмосу брали на регіональному підприємстві з розливу мінеральної води. В ході хімічного аналізу в зразках води визначали рН, вміст основних катіонів та аніонів. Для визначення показників якості води використовували методики, рекомендовані ДСТУ 878-93 для мінеральних вод. Розрахунковим шляхом визначали загальний солевміст води, загальну жорсткість води, загальну лужність води та показник стабільності води. Аналіз отриманих експериментальних даних дозволив охарактеризувати зразки води наступним чином. Природна мінеральна вода зі свердловини має підвищений загальний солевміст, підвищену загальну жорсткість, є слаболужною та нестабільною. Індекс Ланжелє менше одиниці, а значить вода є агресивною, тобто схильною до корозії металевих поверхонь і бетону. А ось опріснена вода є дуже прісною, дуже м'якою і нелужною. Щодо ропи, то вона є солоною, дуже жорсткою, лужною та більш агресивною, ніж природна мінеральна вода.

З метою отримання солі із ропи її піддавали обробці комбінованим способом. Спочатку ропу виморожували. Далі кріоконцентрат випаровували, а ще більш концентрований залишок зневоднювали до постійної маси в лабораторній сушильній шафі.

Концентрування ропи виморожуванням здійснювали на експериментальній установці. Включали холодильну машину. Після виходу її на робочий режим, ропу поміщали в концентратор. Через певний проміжок часу на поверхні кристалізаторів формувалася шар льоду, а в концентраторі накопичувався кріоконцентрат ропи. Відкривши кран, розміщений на днищі концентрату, з нього випускали кріоконцентрат ропи в накопичувальну ємність. Лід відразу не плавив, а попередньо сепарували. Сепарування льоду здійснювали після зупинки холодильної машини. При сепаруванні льоду з нього протягом години стікав кріоконцентрат. Цей стік збирали в накопичувальну ємність для кріоконцентрату. Пізніше плавив відсепарований лід. Тому кран на днищі концентрату перекривали. Після повного плавлення льоду його розплав зливали в іншу ємність. Розплав льоду – це опріснена фракція ропи. Вимірювали об'єми опрісненої і концентрованої фракцій ропи, а також виконували дослідження хімічного складу отриманих фракцій. Внаслідок виморожування вміст практично всіх іонів в кріоконцентраті ропи зріс майже в півтора рази в порівнянні із вихідною ропою. Виключення становили гідрокарбонати. Їх концентрація змінилася несуттєво.

Отриманий кріоконцентрат зневоднювали. Спочатку в лабораторних умовах випаровували основну масу води з концентрованого сольового розчину, а потім зневоднювали концентрований залишок в сушильній шафі до постійної маси. Сіль, отримана вище описаним способом за зовнішніми ознаками є білого кольору, дрібнокристалічною, крихкою, легко змивається зі стінок колби дистильованою водою і добре в ній розчиняється. Враховуючи вміст основних іонів у ропі та їх перерозподіл при обробленні ропи сформульовано припущення про хімічний склад суміші мінеральних солей. Переважаючою є сіль хлориду натрію, але крім неї в суміші можуть бути інші кристалогідрати та складні солі. Для уточнення необхідно виконати додаткові дослідження.

З врахуванням виконаної експериментальної роботи запропонована принципова технологічна схема отримання мінеральних солей із ропи від установок зворотного осмосу на виробництвах з розливу природних мінеральних вод. Основними технологічними процесами в ній є збір в накопичувальну ємність ропи від установки зворотного осмосу, стабілізаційне оброблення ропи, охолодження ропи, концентрування виморожуванням ропи, випаровування та кристалізація мінеральних солей, очищення (за потреби) суміші солей для отримання солі з більшою часткою NaCl. Також з врахуванням експериментальних даних складено матеріальний баланс основних потоків сировини, проміжних і кінцевих продуктів для запропонованої технології.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Коваленко О.О.

Література

1. Файвіщенко, Д. Ринок мінеральної води: потенціал, конкуренція, управління брендом: монографія. (2020). Київ. нац. торг.- екон. ун-т. 436 с. DOI: <https://doi.org/10.31617/m.knute.2020-281>
2. Tanasychuk, A., Srednitskaya, L. & Gabrid, A. (2020). Peculiarities of formulating the current market for mineral water. *Modern Economics*, 19(2020), 178-182. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V19\(2020\)-29](https://doi.org/10.31521/modecon.V19(2020)-29).
3. Gacia, E., Invers, O., Manzanera, M., Ballesteros, E., & Romero, J. (2007). Impact of the brine from a desalination plant on a shallow seagrass (*Posidonia oceanica*) meadow estuarine. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 72, 579–590. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.11.021>.
4. Panagopoulos, A., Haralambous, K. J., & Loizidou, M. (2019). Desalination brine disposal methods and treatment technologies - A review. *The Science of the total environment*, 693, 133545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.351> 1.

ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА

Боднарчук В.В. аспірант, Гаркович О.Л., к.б.н., доцент
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Продовольча безпека є серйозною проблемою в сучасному світі, коли понад один мільярд людей не мають достатньої кількості харчової енергії і задовольнити зростаючий світовий попит на м'ясо, молоко та молочні продукти, землю та воду стає все важче. Зміна клімату, спричинена викидами разом із втратою біорізноманіття та поширенням шкідників і хвороб суттєво вплинуть на майбутнє виробництво їжі та доступність калорій, збільшуючи поширеність недоїдання. Однак у той час як продуктивні сільськогосподарські угіддя на нашій планеті зменшуються через екстремальний клімат і непередбачувану погоду, населення світу та попит на продукти харчування зростає. Прогнозується, що до 2050 року населення світу перевищить 9,7 мільярда людей [1].

Відходи харчової промисловості та сільського господарства привертають все більшу увагу громадськості, національних і міжнародних організацій через значні соціальні, екологічні та економічні побоювання, зміни клімату та виснаження запасів копалин. Незважаючи на те, що ці типи відходів представляють серйозні екологічні проблеми, вони мають значну перевагу для процесів біотрансформації їх в спектр товарних сполук завдяки своєму багатому складу вуглеводів, ліпідів і білків [2].

Управління відходами можна визначити як різні стратегії усунення відходів із навколишнього середовища, які включають видалення або деградацію, переробку, повторне використання/переробку або контроль утворення відходів. Харчова промисловість утворює велику кількість відходів у вигляді небажаних побічних продуктів, включаючи насіння, шкірку, жом, шкаралупу, обрізки та стебла [2].

Стратегії перетворення харчових відходів на товари з доданою вартістю кладуть кінець проблемі, спричиненій органічними відходами в навколишньому середовищі, і забезпечують економічно життєздатні шляхи виробництва.

Попередні дослідження показують, що щороку майже 85 мільйонів тонн харчових відходів викидається з харчових промислових установок [3]. Експоненціально зростаюче щорічне зростання населення в усьому світі спричинило високий тиск на їжу та енергію, щоб захопити суспільний попит. Пакування, розповсюдження, зберігання та транспортування не мають користі від підходів до поводження з відходами, що призводить до величезного ажіотажу харчових відходів. Більшість органічних харчових відходів мають різну текстуру, різницю в рН і виділяються збільшенням значень біологічної потреби в кисні (БПК) і хімічної потреби в кисні (ХПК). Відходи сприяють розмноженню хвороботворних мікроорганізмів, що призводить до бактеріального забруднення та викликає серйозні екологічні проблеми. Сучасні технології, що використовуються на харчових підприємствах, не готові до подолання проблем регулювання відходів і, отже, необхідно розробляти стратегії та актуально керувати масивним накопиченням відходів [4].

Завдяки якісному та кількісному складу органічні відходи є надзвичайно важливими для використання як відновлюваних субстратів для процесів перетворення. У численних статтях використовуються різні технології, які перетворюють харчові відходи на корисні продукти. Враховуючи недостатні запаси викопного палива та їх вартість, органічні відходи, здається, є резервуаром багатьох відновлюваних енергетичних джерел та багатьох хімічних особливо цінних речовин. У сучасному світі речовини на основі відходів біомаси є втричі дешевшими з точки зору ефективності [5, 6]

Побічні продукти і корм для тварин нині вважається найбільш рентабельним способом утилізації харчових відходів, однак цьому регулярно заважають підозри регуляторів. Приблизно 85 % харчових відходів цінні в певному аспекті, наприклад, 73%

речовин для ґрунтів, 10% кормів для тварин, близько 0,8% відходів для анаеробного зброджування, повідомляється на сайті відповідно до дослідження Департаменту навколишнього середовища, продовольства та сільських справ Сполученого Королівства [7].

Гіпотеза або концептуалізація переробки відходів у сучасну технологію для екологічного застосування може стати найкращим рішенням. Хоча немає простого шляху для контролю негативних наслідків існуючих систем поводження з відходами, що вийшли з експлуатації.

Виявлено, що зі збільшенням населення планети та збільшенням обсягів поводження з відходами потрібно прийняти більше стратегій, щоб полегшити та контролювати вплив відходів. Управління відходами продовжуватиме зростати у ціні та витратах у всьому світі.

Очікується, що інтерес до енергії як відновленого товару в найближчому майбутньому згасне, оскільки переробка матеріалів вважається джерелом вищого можливого прибутку. Технологія не буде обмежувальним фактором у просуванні методів переробки, але економічні міркування включатимуть прямі виробничі витрати та непрямі екологічні витрати та вигоди.

Необхідно звести до мінімуму утворення харчових відходів за допомогою процесів біотрансформації та переробки харчових відходів у біопаливо та інші корисні біопродукти. До цього часу було досліджено кілька нових підходів для зниження вартості біопроцесу та отримання високого виходу продукції. Нині різні процеси часто застосовуються для валоризації харчових відходів, включаючи виробництво біоводню шляхом ферментації, виробництво біометану за допомогою анаеробного зброджування, спільного бродіння для одночасного виробництва біоводню та біометану, виробництва біодизеля шляхом переетерифікації, кислотогенного виробництва для біопластику та виготовлення біодобрив шляхом компостування. Однак, найефективніші та рентабельні методи утилізації органічних відходів із високим виходом продукції є проблемою сучасної біотехнології.

Література

1. Harttgen, K., Seiler, J., Chapter 22: Food insecurity and poverty. In *Research Handbook on Measuring Poverty and Deprivation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. (2023). https://doi.org/10.4337/9781800883451_00034
2. Kwan T.H., Ong K.L., Haque M.A., Kwan W.H., Kulkarni S., Lin C.S.K. Valorisation of food and beverage waste via saccharification for sugars recovery, *Bioresour. Technol.* 255. (2018) 67–75.
3. Monier V., Mudgal S., Escalon V., O'Connor C., Gibon T., Anderson G., Morton G., Preparatory study on food waste across EU 27, Euro. Commis. (DGENV) Direct. C-Industry (2010) 210.
4. Das S.P., Ravindran R., Ahmed S., Das D., Goyal D., Fontes C.M., Goyal A. Bioethanol production involving recombinant *C. thermocellum* hydrolytic hemicellulase and fermentative microbes, *Appl. Biochem. Biotechnol.* 167 (6) (2012) 1475–1488 .
5. Correa D.F., Beyer H.L., Fargione J.E., Hill J.D., Possingham H.P., Thomas-Hall S.R., Schenk P.M. Towards the implementation of sustainable biofuel production systems, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 107 (2019) 250–263.
6. Tuck C.O., Pérez E., Horváth I.T., Sheldon R.A., Poliakoff M. Valorization of biomass: deriving more value from waste, *Science* 337 (6095) (2012) 695–699 .
7. Foster C., Green K., Bleda M. Environmental impacts of food production and consumption: final report to the department for environment food and rural affairs, 2007.

ЗНЕПИЛЕННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНИХ ГАЗІВ ШЛЯХОМ ПОЛІПШЕННЯ ГРУДКУВАННЯ АГЛОШИХТИ

**Войтенко Ю.В., старший викладач фізико-технічного факультету,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро**

На сьогодні викиди пилу промислових підприємств гірничодобувної, металургійної, будівельної та інших галузей промисловості досягли таких масштабів, що в деяких великих промислових центрах запиленість повітря в межах селітебних територій часто значно перевищує гранично-допустимі концентрації, внаслідок чого заводські райони цих міст стають непридатними для проживання.

Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря в містах України є підприємства чорної металургії. Частка викидів цих підприємств в загальній кількості викидів промисловості та транспорту, наприклад, по пилу становить більше 20%. Одним з найбільших металургійних підприємств нашої держави є гірничо-металургійний комбінат "Арселор Міттал Кривий Ріг", який належить міжнародній корпорації ArcelorMittal.

Серед виробництв металургійних комбінатів найбільш потужним забрудником атмосферного повітря є виробництво агломерату [1]. Існуючі засоби очистки аглогазів не завжди забезпечують видалення пилу перед їх надходженням в атмосферне повітря. Вирішити проблему зменшення надходження пилу в атмосферне повітря можливо за рахунок пилоподавлення на етапі пилоутворення, для чого доцільне застосування розчинів поверхнево-активних речовин та їх композицій [2]. Введення в водні розчини ПАР зменшує поверхневий натяг цих розчинів та крайовий кут змочування. Тим самим забезпечується краще змочування гідрофобних часток дисперсних матеріалів. Покращення процесів змочування усіх компонентів аглошихти забезпечить підвищення ступеню її грудкування. Обробка сипучих матеріалів розчинами ПАР може здійснюватись як за допомогою зрошування, так і піною. Застосування піни для обробки сипучих матеріалів має цілий ряд переваг перед обробкою розчинами ПАР за допомогою зрошування. По-перше, подача шару піни на поверхню сипучих матеріалів дозволяє зменшити неорганізовані викиди пилу за рахунок безпосередньої ізоляції джерела пилоутворення. По-друге, за рахунок більш тривалого часу (в декілька раз) взаємодії шару піни з пилом сипучих матеріалів змочуючі властивості розчинів ПАР, з яких одержується піна, використовуються в більш повній мірі в порівнянні із зрошенням диспергованими розчинами ПАР. По-третє, сили адгезії частинок пилу із пухирьками піни завжди більші, чим з поверхнею відповідного розчину ПАР. Тому частки пилу інтенсивно переходять в рідку фазу піни, легко злипаються в агрегати.

Для підвищення ефективності процесу агломерації необхідно забезпечити таку газопроникність спікаємого шару, при якій кількість повітря, що просмоктується експаустером, і продуктів згоряння буде достатнім для повного згоряння коксового дріб'язку, активізації процесів взаємодії між мінералогічними компонентами шихти, збільшення вертикальної швидкості спікання. Оптимізація газопроникності спікаємого шару дозволяє інтенсифікувати процеси тепломасообміну в спікаємому шарі, за рахунок чого швидкість руху зони горіння не лімітується нестачею кисню. За рахунок підвищення повноти згоряння коксового дріб'язку в шихті можливо зниження його витрат в шихті [3].

Як показали дослідження [4, 5], введення ПАР до складу аглошихти сприяє поліпшенню грудкування аглошихти, а, отже, збільшенню газопроникності шару і підвищенню вертикальної швидкості спікання агломерату. ПАР мають здатність знижувати поверхневий натяг. При попаданні на тверді частки ПАР внаслідок плівкової адсорбції відбувається не тільки поліпшення, але і прискорення змочування дисперсних матеріалів, їх пластифікація. При цьому за рахунок збільшення сил адгезії підвищується злипання частинок. Проаналізувавши найпоширеніші поверхнево активні речовини за їх фізико-

хімічними та токсикологічними характеристиками, для обробки аглошихти рекомендовано в якості ПАР використовувати ТЕАС.

З метою визначення концентрацій пилу в аглогазах були виконані експериментальні дослідження в промислових умовах агломераційного виробництва ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Питомі витрати ТЕАС в аглошихті склали від 20 до 120 г/т.

На рисунку 1 наведено дані промислових досліджень з вимірів концентрації пилу після очистки аглогазів в мультициклоні.

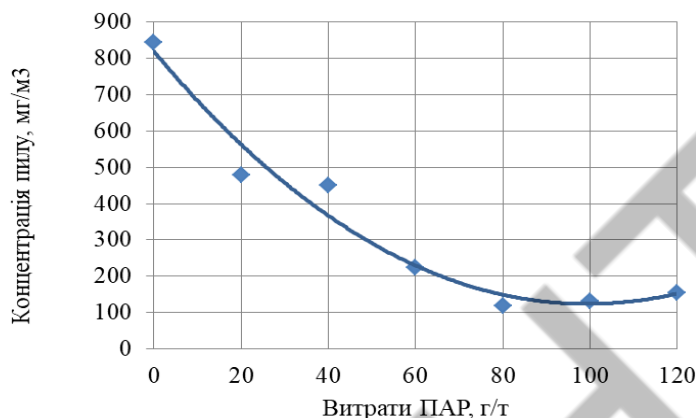


Рисунок 1 – Запиленість агломераційних газів після очистки в мультициклоні

В процесі експериментальних досліджень були визначені оптимальні параметри і режими обробки аглошихти розчинами ПАР. Встановлено, що впровадження розробленої технології дозволяє зменшити концентрацію пилу у викидах агломераційних газів з 750-850 до 120-200 мг/м³.

Результати контролю запиленості агломераційних газів після очищення їх в мультициклоні (рис. 1) показали, що застосування ПАР для обробки аглошихти дозволяє знизити запиленість аглогазів, які викидаються в атмосферне повітря на 86 %, що обумовлено поліпшенням грудкування аглошихти перед її спіканням та зменшенням навантаження на мультициклон.

*Науковий керівник: Русакова Т.І., д.т.н., проф., зав. кафедри БЖД
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

Література

1. Yolkin K.S., Sivtsov A.V., Yolkin D.K. and Karlina A.I. Silicon Metallurgy and Ecology Problems. Materials Science. 2020. P. 39–42.
2. Кривільова С.П., Власенко В.В., Цвіркун Д.О. Боротьба з промисловим пилом при виробництві цементу як фактор суттєвого зниження негативного впливу цементних заводів на довкілля. Вісник НТУ «ХПІ». 2019. № 5. С. 124–131. DOI:10.20998/2413-4295.2019.05.16.
3. Мищенко І. М. Черная металлургия и охрана окружающей среды. Донецк : ГВУЗ ДонНТУ, 2012. 446 с.
4. Шишацкий А.Г., Пицык Ю.В. Исследование параметров обработки сыпучих материалов поверхностно-активными веществами для обеспыливания воздуха. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2013. Вип.4. С. 76–80.
5. Агапова В.Т., Нестеров А.С., Якушев В.С., Шишацкий А.Г., Пицык Ю.В. Результаты спекания и свойства агломерата из шихт подготовленных с использованием поверхностно-активных веществ. Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. 2012. №25. С. 9–18.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Войницька І. Г. студентка ІV курсу факультету НГ та Е
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

В останні роки збільшення використання пластику та неправильне поводження з відходами цього матеріалу спричинили стрімкий ріст накопичення пластикових відходів в різних екосистемах. Проблема забруднення навколишнього середовища пластиком, та насамперед мікропластиком набула світового масштабу.

За походженням мікропластик поділяють на такі види [1]:

1. Первинний мікропластик - мікрогранули, спеціально створені для використання у засобах гігієни. Ці гранули найчастіше потрапляють у водойми та навколишнє середовище через стічні води.

2. Вторинний мікропластик, що утворюється в результаті розпаду пластикових відходів під дією води та ультрафіолетового випромінювання. Цей вид мікропластику може бути відходами побуту, втраченими рибальськими сітками, частками фарби з кораблів та автомобільних шин, а також мікрОВОлокнами синтетичного одягу, які виробляються під час прання.

3. Нанопластик, який характеризується розміром менше 1 мкм або менше 100 нм. Існування нанопластику в природі є предметом дискусій, оскільки виявлення та вимірювання його кількості у екологічних системах залишається проблемою.

Виявлено, що пластмаси, які розпадаються на мікропластики і нанопластики, під впливом різноманітних фізичних та хімічних факторів довкілля, потрапляють у харчовий ланцюг та становлять загрозу для здоров'я людини.

Мікропластик, потрапляючи в організм, впливає на організм комплексно. Поглинутий мікропластик, зі шлунка та кишечника може потрапити в кров і рознестися по всьому організму, осідаючи у печінці, нирках та інших органах. Потрапивши у легені, він може викликати механічні пошкодження та запальні реакції. Накопичуючись в організмі, мікропластик здатний надавати канцерогенний вплив і призводити до мутацій клітин та виникнення новоутворень [2]. Встановлено, що пластики розміром в діапазоні 0,1–10 мкм можуть проникати в органи, клітинні мембрани, гематоенцефалічні бар'єри та плаценту [3].

В результаті масового забруднення водойм пластиком, його поглинає багато різних живих організмів, від зоопланктону до риб, молюсків і морських ссавців. Мікропластик, який потрапляє в морепродукти, може мігрувати між тканинами та органами. Однак деякі етапи технології переробки морепродуктів також можуть бути джерелом забруднення довкілля пластмасами.

Станом на 2020 рік світове споживання морепродуктів становило 7% від усього споживаного білка та приблизно 17% від споживання тваринного білка. Було встановлено, що мікропластик розміром 1-5 мкм, який міститься в кормі морського окуня, може переходити в м'язову тканину, хоча і на дуже низьких рівнях. Рибне борошно є промисловим продуктом, який в основному отримують з цілої виловленої риби, та використовують як високобілковий компонент корму в аквакультурі та тваринництві. Забруднення борошна синтетичними полімерними частинками, є ймовірним наслідком їх потрапляння в організм риби, через споживання зоопланктону та інших дрібних морських тварин, які через харчовий ланцюг потрапляють у рибу, що продається не тільки для безпосереднього споживання людиною, а також для промислового виробництва рибного борошна [4].

Іншим важливим питанням з точки зору безпечності харчових продуктів є потенційні джерела забруднення мікропластиком під час обробки харчових продуктів. Вважається, що морепродукти можуть бути забруднені через технології обробки, допоміжні елементи, які використовуються в процесі обробки, упаковку або інші зовнішні фактори.

Щоб запобігти перехресному забрудненню, на підприємствах перевагу надають пластиковим матеріалам, які легко миються та мають низьку вартість. Однак деякі допоміжні машини та обладнання можуть також містити пластикові деталі. Синтетичні полімери можуть потрапляти в харчові продукти з цих джерел під час обробки. Також відомо, що залишкові мономерні та добавки, що містяться в упаковці, можуть переноситися в кінцевий продукт і погіршувати якість упакованого продукту. Небезпечні речовини, що переходять від пакувальних матеріалів і компонентів до харчових продуктів, які контактують з ними, впливають на здоров'я та безпеку споживачів [5].

На швидкість утримання та виведення мікропластику в організмі людини впливають різні фактори, такі як форма, розмір, тип полімеру, хімічні речовини, які він містить.

Для точної та легкої ідентифікації мікро- та нанопластиків необхідно виділити частинки пластику зі складних структурованих зразків для аналізу. Такі методи включають ручне відокремлення пластику з м'язових тканин риби, мідій тощо, які застосовуються для візуальної ідентифікації мікропластику розміром більше 500 мкм у шлунково-кишкових системах живих істот.

Проте менші мікропластики можуть мігрувати в інші тканини та органи. В такому випадку, для визначення мікропластику застосовуються різні хімічні речовини. Наприклад, КОН, NaOH, реагент Фентона тощо. Зазначається, що використання кислот може бути корисним, але дуже сильне кисле або лужне середовище може спричинити деградацію пластикових полімерів та аналітичні помилки.

У процесі виявлення мікропластику використовуються також метод фільтрації. Процес фільтрації повинен базуватися на захопленні та відділенні якомога дрібніших частинок без засмічення мембрани фільтра. Після фільтрування частинки у зразках необхідно зберігати у фільтрі для якісного аналізу (ідентифікація кольору, форми та компонентів) та кількісного аналізу (розподіл/діапазон кількості та розміру) [6]. Вибір правильного фільтра вкрай важливий для точності та чутливості досліджень з мікропластиками. Розмір і тип фільтра впливають на результати аналізу, оскільки можуть впливати на кількість та видимість фрагментів пластику.

Візуальне спостереження за частинками розміром до 500 мкм можна здійснити за допомогою розсікаючого мікроскопа. Для більш детального обстеження використовуються різні прилади. Мікроскоп із поляризованим світлом, стереоскоп або флуоресцентний мікроскоп на основі оптичних, електронних і скануючих властивостей використовуються для розрізнення частинок за розміром і морфологією.

Незважаючи на те, що ці методи швидкі, дешеві та прості, вони мають обмежений потенціал у ідентифікації хімічних структур пластикових полімерів.

Інші методи ідентифікації - Раманова спектроскопія та інфрачервона спектроскопія з перетворенням Фур'є, які можуть одночасно ідентифікувати та підраховувати полімерні частинки мікропластику. Ці спектроскопічні методи є відносно повільними, але точними методами, які дозволяють проводити аналіз без руйнування зразка.

Термічний аналіз є альтернативною методом на основі спектроскопії для хімічної ідентифікації певних типів полімерів. Недоліком цих методів є те, що вони аналізують зразки мікропластику, руйнуючи їх після того, як вони подаються в пристрій. Диференціальна скануюча калориметрія є корисним методом дослідження теплових властивостей полімерних матеріалів. Метод потребує довідкових матеріалів для ідентифікації типів полімерів, оскільки кожен вид пластику має різні властивості. Такий аналіз відносно простий і швидкий, однак він обмежений у ідентифікації пластику зі змішаних полімерів у зразках продуктів [7].

Отже, дослідження забруднення мікропластиком продуктів харчування є актуальною проблемою сучасності, зокрема у зв'язку зі зростанням зацікавленості в споживанні екологічно безпечної продукції.

Для ідентифікації мікропластику існує багато методів та аналітичних підходів, які дозволяють встановити рівень ризику для здоров'я людини та визначити джерела

забруднення мікропластику в харчових продуктах. Подальші дослідження у цьому напрямку є необхідними для забезпечення безпеки харчових продуктів та збереження здоров'я населення.

Науковий керівник – канд. біол. наук, доцент Гаркович О.Л.

Література

1. Ю. Єрмоєнко, В. Кушнір. Перетворення пластику у солоній та прісній воді. Мікропластик. Вплив мікропластику на стан здоров'я тварин. Вісник ОДАУ, AGRARIAN BULLETIN BLACK SEA LITTORAL, Одеса, 2022, с. 105
2. Khatmullina L. Experimenting on settling velocities of negatively buoyant microplastics / L. Khatmullina, I. Isachenko, I. Chubarenko, E. Esiukova // Conference Full-size Proceedings. EMECS'11 – Sea Coasts XXVI Joint Conference, 22–27 August 2016 Saint-Petersburg, Russia. – 2016 – P. 532–541.
3. Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., Thompson, R.C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science and Technology*, 42(13), 5026-5031.
4. Castelvetro, V., Corti, A., Bianchi, S., Giacomelli, G., Ma-nariti, A., Vinciguerra, V. (2020). Microplastics in fish meal: contamination level analyzed by polymer type, including polyester (PET), polyolefins, and polystyrene. *Environmental Pollution*, 115792.
5. Fadare, O.O., Okoffo, E.D. (2020). Covid-19 face masks: A potential source of microplastic fibers in the environment. *Science of the Total Environment*, 737, 140279.
6. Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C., Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6), 3060-3075.
7. Shim, W. J., Hong, S. H., Eo, S. E. (2017). Identification methods in microplastic analysis: A review. *Analytical Methods*. Royal Society of Chemistry, 9, 1384-1391.

УДК 658.567.1

ВПЛИВ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

**Ганькова В.А., студентка фізико-технічного факультету,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро**

Хімічна промисловість займається виробництвом та переробкою хімічних речовин. Дана промисловість є одним з ключових секторів економіки України. Багатогалузева хімічна промисловість України охоплює хімічний, нафтохімічний та фармацевтичний підсектори, в яких працюють понад 1600 підприємств та структурних підрозділів [1].

До основних завдань хімічної промисловості відносяться: виробництво безпечних і якісних хімічних продуктів, розробка нових матеріалів та технологій, а також постійне вдосконалення процесів виробництва для забезпечення вимог екологічності виробництва та стандартів безпеки, що сприяє ефективності та сталому розвитку даної галузі.

За видами виробничої діяльності підприємства хімічної промисловості охоплюють:

– виробництво основних хімічних речовин (аміаку, селітри, сульфатної кислоти, лугу, оксидів металів);

- фармацевтичне виробництво (медичних препаратів, ліків та інших фармацевтичних продуктів);
- виробництво пластмас та полімерів (поліетилену, поліпропілену, полівінілхлориду та інших пластмас та полімерних матеріалів);
- виробництво фарб, лаків, емалей та покриттів для захисту поверхонь та надання їм декоративного вигляду;
- виробництво добрив (азотні, фосфатні та калійні);
- виробництво хімічних речовин для побуту (миючі засоби, косметичні засоби, мило, шампуні, побутові розчинники) [2].

Дніпропетровська область є одним з центрів хімічної промисловості в Україні. Підприємства хімічної промисловості в Дніпропетровській області значно впливають на забруднення міського середовища [3-4].

За даними наданими Головним центром управління статистики у Дніпропетровській області (табл. 1).

Таблиця 1 – Підприємства Дніпропетровській області відповідно до викидів в атмосферне повітря

Підприємства	Загальні обсяги, т.	Метали та їх сполуки, т.	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, т.	Сполуки азоту, т.	Діоксид та інші сполуки сірки, т.	Оксид вуглецю, т.	Діоксид вуглецю, т.	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС), т.	Метан, т.	Фтор та його сполуки, т.
Приватне акціонерне товариство "Южкокс"	1495,1	0,274	145,7	541,9	277,9	479,9	161039,3	24,1	23,5	0,012
Приватне акціонерне товариство Дніпровський коксохімічний завод	1322,6	0,334	106,4	354,1	548,4	272,9	169133,9	11,1	26,7	0,009
Акціонерне товариство "Дніпроазот"	305,1	0,463	63,6	183,1	0,5	39,5	163692,1	14,4	2,6	0,008
Приватне акціонерне товариство "Хімдивізіон"	125,1	0,018	28,9	71,5	-	24,4	9488,9	-	0,2	0,001

В цілому серед даних підприємств "Южкокс" викидає найбільшу кількість токсичних та шкідливих речовин серед вказаних підприємств. Оскільки це велике підприємство, яке використовує великі обсяги палива, то найбільші викиди складають оксиди азоту 841,9 т., які утворюються та викидаються під час згорання палива.

На даному підприємстві викидається в атмосферне повітря велика кількість металів та їх сполуки: залізо, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк. Вони мають негативний вплив на стан здоров'я людей та на навколишнє середовище:

- викиди заліза впливають на водні екосистеми, зокрема спричиняють забруднення водних ресурсів, втрату біорізноманіття та зміни в фізико-хімічних властивостях води;
- високі рівні міді є токсичними для живих організмів і призводять до змін у їх розмноженні, рості та виживанні;
- високі рівні нікелю є токсичними для водних організмів та впливають на їх розмноження, розвиток та життєвий цикл;
- викиди свинцю забруднюють ґрунт, водні джерела та повітря;
- викиди хрому забруднюють воду, ґрунт та повітря, що може мати негативні наслідки для екосистем та здоров'я людей.

– викиди цинку також впливають на водні екосистеми, особливо на безхребетних організмів, високі рівні цинку можуть бути токсичними для риб та інших водних організмів, змінюючи їх розмноження та поведінку;

– високі рівні мангану в питній воді впливають на здоров'я людей, зокрема на нервову систему, а у ґрунті спричиняють його накопичення та зміни в рослинах.

Загалом, хімічна промисловість впливає на майже всі аспекти нашого життя, надаючи нам широкий спектр хімічних продуктів та матеріалів, які необхідні для нашого сучасного способу життя і розвитку технологій, але одночасно негативно впливає на навколишнє середовище.

Науковий керівник: Русакова Т.І., д.т.н., проф., зав. кафедри БЖД
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Література

1. Хімічна промисловість – UkraineInvest. UkraineInvest – Your Investment Matters.
URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/uk/industries/chemicals/>
2. Катерина Т. Україна: хімічна промисловість. ВУЕ.
URL: <https://vue.gov.ua/Україна: хімічна промисловість>
3. dnprstat.gov.ua. URL: <http://www.dnprstat.gov.ua/statinfo/>
4. «ЮЖКОКС» - производство и реализация коксохимической продукции. «ЮЖКОКС» - виробництво і реалізація коксохімічної продукції.
URL: <https://www.bkoks.dp.ua/ru/>

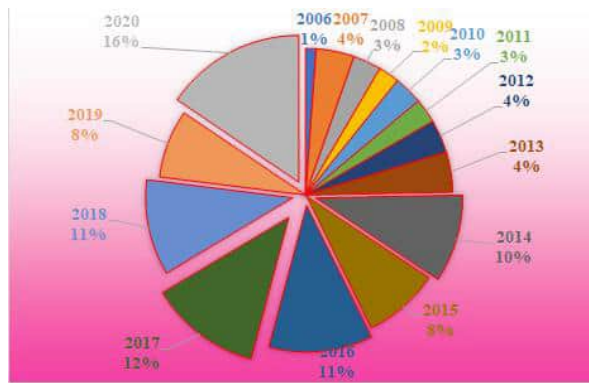
УДК 658.567.1

ЕКО-ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ОБСЛУГОВУЮЧОЇ ГАЛУЗІ

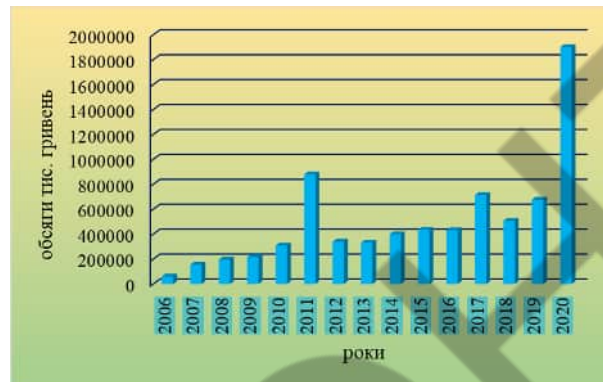
**Царенко В.В., студентка фізико-технічного факультету,
Дніпровський національний університет імені О. Гончара, Дніпро**

Галузь обслуговування – є одним із основних секторів економіки, який забезпечує населення регіону продуктами і послугами, не пов'язаними з виробництвом. Цей сектор обслуговування складається з багатьох компаній, таких як ресторани, готелі, транспортні компанії, банки, страхові компанії та багато інших. Дана галузь займає ключове місце в сучасному житті, забезпечуючи різноманітні послуги для задоволення потреб населення. Галузь не тільки надає людям можливості насолоджуватися різноманітними послугами, але й сприяє створенню робочих місць та економічному зростанню. Крім того, вона забезпечує важливу роль у вирішенні соціальних та культурних аспектів сучасного суспільства, сприяє розвитку туризму, підтримці місцевої культури та традицій, а також сприяють міжкультурному обміну та взаєморозумінню [1-2].

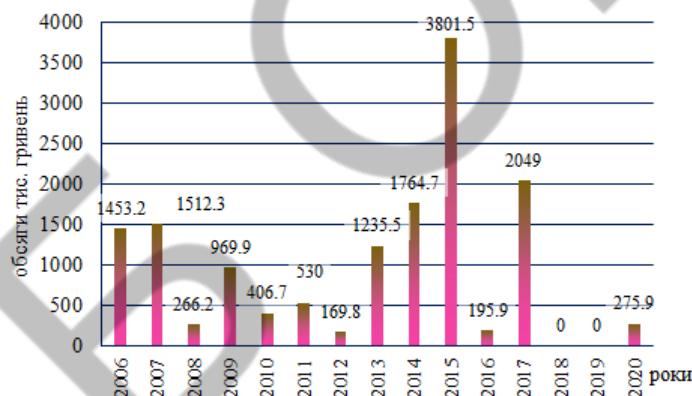
Сфери обслуговування мають значний вплив на навколишнє середовище. Споживання ресурсів, таких як енергія та вода, може призвести до викидів відходів, що має негативний вплив на екосистему та здоров'я людей. Крім того, велика кількість транспорту, який використовується для перевезення персоналу та доставки продуктів у готелі та ресторани, шкодить навколишньому середовищу через викид CO₂ та інших забруднюючих речовин. На рисунку 1 показано обсяги капіталовкладень, які витрачалися на охорону атмосферного повітря і проблеми зміни клімату (рис. 1а), обсяги на поводження з відходами (рис. 1б) та обсяги на збереження біорізноманіття і середовища існування (рис. 1в) продовж 2006-2020 років [3].



а)



б)



в)

а – на охорону атмосферного повітря і проблеми зміни клімату; б – на поводження з відходами; в – на збереження біорізноманіття і середовища існування

Рис. 1 – Обсяги витрат на природоохоронні заходи за період 2006-2020 років

Можна бачити, що обсяги витрат на охорону атмосферного повітря і проблеми зміни клімату, а також на поводження з відходами мають тенденцію на зростання, тоді як обсяги на збереження біорізноманіття і середовища існування не мають однозначної залежності протяж 2006-2020 років [3], але видно, що їх рівень в 2020 році в 13,8 менше в порівнянні з 2015 роком.

Таким чином, щоб зменшити негативний вплив цих галузей на навколишнє середовище, необхідно вдосконалити методи управління ресурсами або впровадити еко-інноваційні аспекти.

Тому, впровадження екологічних інновацій, а саме нових або вдосконалених процесів, обладнання, методів та систем управління може допомогти уникнути або зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище. Екологічні інновації складають основу всієї економічної системи. Основою цих інновацій є використання чистих (або перероблених)

матеріалів, які мають менший вплив на навколишнє середовище, а також виробництво продукції з довшим життєвим циклом. Подальше використання відходів, а також зменшення використання відновлюваної енергії та води є основними методами процесу.

Науковий керівник: Русакова Т.І., д.т.н., проф., зав. кафедри БЖД
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Література

1. Галузь обслуговування. Віртуальна читальня освітніх матеріалів. URL: https://subjectum.eu/geographic/digest/410.html#google_vignette (дата звернення: 21.03.2024).
2. Eco-innovation in Digital Business Services / D. Lebedev et al. Encyclopedia MDPI | Scholarly Community. URL: <https://encyclopedia.pub/entry/24026> (дата звернення: 21.03.2024).
3. dneprstat.gov.ua. URL: <http://www.dneprstat.gov.ua/statinfo/>

УДК 504.5

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ҐРУНТОВЕ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Марич В.М., аспірант

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Усі форми життя на Землі утворюють взаємопов'язану систему, що включає в себе елементи неживої природи. Живі організми залежать від різноманітних складових навколишнього середовища, таких як атмосфера, океани, джерела прісної води, ґрунти та гірські породи. Ця єдина біологічна система відома як біосфера, в якій людина є невід'ємною частиною. Біорізноманіття охоплює всі види бактерій та інших організмів, деякі з яких беруть участь у важливих хімічних процесах, необхідних для нормального функціонування екосистем. Крім того, біорізноманіття включає зелені рослини, які в процесі фотосинтезу вбирають сонячну енергію та накопичують її у вигляді вуглеводнів – основного джерела енергії для інших живих організмів, а також виділяють кисень.

На жаль, діяльність людини спричиняє катастрофічне скорочення видів на Землі, і однією з причин цього є антропогенне забруднення ґрунтів. Різні види забруднення, зумовлені людською діяльністю, впливають на мікроорганізми шляхом трансформації фізико-хімічних властивостей ґрунту, включаючи зменшення доступності елементів мінерального живлення, погіршення водного і повітряного режимів, зміну реакції ґрунтового середовища і структури ґрунту, а також прямий токсичний вплив. [1]

Відомо, що різні види забруднюючих речовин впливають на ґрунтові екосистеми по-різному. Деякі з цих забруднювачів, такі як нафта та нафтопродукти, стимулюють ріст певних видів та пригнічують розвиток інших, залежно від концентрації і складу забруднювача та біологічних особливостей організмів. Найбільш чутливі до нафтового забруднення мікроорганізми, такі як актиноміцети, нітрифікатори та целюлозоруйнуючі мікроорганізми. При зменшенні чисельності або повному випаданні найбільш чутливих ланок мікробного угруповання ґрунту, спостерігається збільшення чисельності нафтоокислюючих мікроорганізмів і мікроміцетів, які використовують вуглеводні нафти як поживний субстрат. Зміни у хімічному складі ґрунтів призводять до збільшення числа фітопатогенних та фітотоксичних ґрунтових грибів, які можуть накопичувати потенційно небезпечні та алергенні для людини види. [2] Альгофлора ґрунтів реагує на забруднення хімічними речовинами подібно до мікрофлори. Наприклад, низька концентрація сирої нафти

може стимулювати ріст зелених водоростей, тоді як більш висока концентрація може викликати їх зменшення. Мезофауна, така як дощові черв'яки, багатоніжки, молюски, імаго та личинки комах, вважається однією з найбільш чутливих компонентів екосистем до вуглеводневого забруднення ґрунтів. Найчутливішими до цього виду забруднення виявилися молюски, а найстійкішими — багатоніжки класу Chilopoda. [3]

Хімічне забруднення може впливати на рослини двома основними шляхами. По-перше, це безпосереднє проникнення речовин або їх компонентів через кореневу систему або продири листків, які потім включаються в метаболізм рослин. По-друге, це опосередкований вплив через зміни фізико-хімічного складу ґрунту, що може порушити його біотичні властивості. Проникнення токсичних речовин через корінну систему рослин призводить до мутагенних реакцій та змін у морфології та фенології, тобто у часі та порядку явищ розвитку рослин.

Таким чином, важливо вживати превентивні заходи на підприємствах з підвищеною небезпекою, щоб запобігти потраплянню токсичних хімічних речовин у навколишнє середовище, зокрема у ґрунт. Це важливо для збереження ґрунтового біорізноманіття та здоров'я рослинних популяцій.

Науковий керівник: д.т.н., начальник служби охорони довкілля і моніторингових досліджень ПАТ «Укрнафта»,
Пукіш Арсен Володимирович

Література

1. Ramirez-Llodra, E. (2020). Deep-sea ecosystems: biodiversity and anthropogenic impacts. In *The law of the seabed* (pp. 36-60). Brill Nijhoff.
2. Zheng, Z., Ma, T., Roberts, P., Li, Z., Yue, Y., Peng, H., ... & Saito, Y. (2021). Anthropogenic impacts on Late Holocene land-cover change and floristic biodiversity loss in tropical southeastern Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(40), e2022210118.
3. Кравцова, А. О. (2023). Антропогенний вплив на екосистеми і шляхи відтворення природно-ресурсного потенціалу НПП «Дворічанський» на території Дворічанського району Харківської області.

УДК 504.5

ЗАСТОСУВАННЯ РЕНТГЕНО-ФЛУОРИСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

Марич Т.М., аспірант

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Ґрунти є одним із ключових компонентів природного середовища, забезпечуючи рослини водою, поживними речовинами та іншими життєво важливими елементами. Крім того, вони виконують важливу роль у циклі речовин в природі. Хімічні забруднення стають серйозною загрозою для стану ґрунтів і можуть походити з різних джерел, таких як промисловість, сільське господарство, транспорт та побутові відходи [1]. Ці забруднення можуть негативно позначитися на ґрунтах у різних аспектах, включаючи зменшення родючості, порушення біологічної активності, накопичення токсичних речовин у рослинах та тваринах, а також порушення циклу речовин у природі [2, 3].

Для вивчення вмісту важких металів у ґрунтах, як показника хімічного забруднення, можна використовувати рентгено-флуоресцентний аналізатор EXPERT 3L (див. рис. 1).

Принцип роботи цього аналізатора базується на методі спектрального аналізу спектрів флуоресценції елементів, які випромінюються при адсорбції високоенергетичного випромінювання.



Рисунок 1 – Рентген-флуоресцентний аналізатор EXPERT 3L

У методі рентгено-флуоресцентного аналізу, атоми об'єкта дослідження збуджуються рентгенівським іонізуючим випромінюванням (у відміню від методів WDS чи EDX, де збудження відбувається пучком електронів). Під час взаємодії атомів речовини з високоенергетичним випромінюванням, електрони, розташовані близько до ядра атома, вибиваються із своїх орбіталей. Як результат, електрони з більш високих енергетичних орбіталей займають їхні місця, випромінюючи при цьому фотони - характеристичне флуоресцентне випромінювання. Іншими словами, відбувається емісія випромінювання з меншою енергією, ніж та, яка була поглинута. За допомогою детектора реєструється спектр флуоресценції (див. рис. 2).

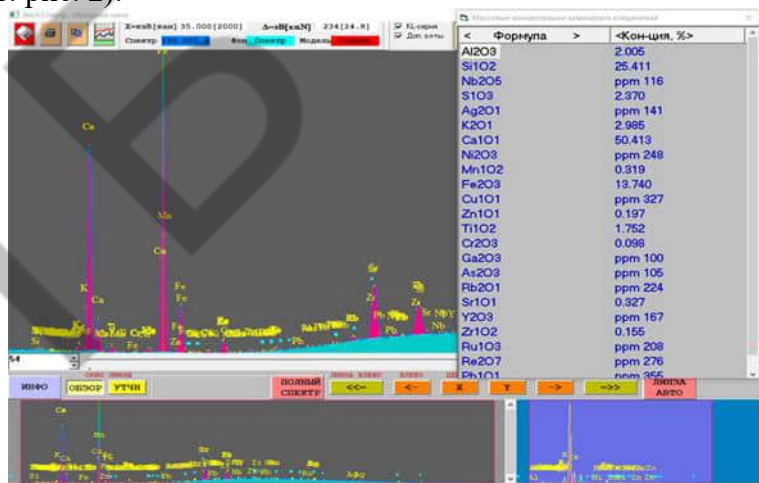


Рисунок 2 – Типовий спектр випромінювання для зразка дерев'яної золи отриманий з аналізатора EXPERT 3L

За допомогою аналізу положення максимумів у спектрі випромінювання можна провести якісний елементарний аналіз цього спектру. При цьому, використовуючи еталонні зразки для вимірювання величини спектрів, можна також провести кількісний аналіз. Усі експерименти проводяться в атмосфері інертного, хімічно чистого гелію. Точність визначення елементів у рентгено-флуоресцентному аналізаторі становить від 1 до 10 частин на мільйон (ppm).

Рентген-флуоресцентний аналіз є актуальним та сучасним методом, який забезпечує можливість проведення досліджень на високому науковому рівні та отримання інформативних результатів.

Науковий керівник: кандидат сільсько-господарських наук, доцент,
в.о завідувача кафедри технології захисту навколишнього
середовища та безпеки праці Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу Грицуляк Галина Михайлівна

Література

1. Шейко, В. І., Кучменко, О. Б., Гавій, В. М., & Пасічник, С. В. (2023). Хімічний склад та фізико-хімічні властивості ґрунтів–індикатори їхньої родючості та забруднення. Біорізноманіття, екологія та експериментальна біологія, 25(1), 60-64.
2. Bisht, N., & Chauhan, P. S. (2020). Excessive and disproportionate use of chemicals cause soil contamination and nutritional stress. Soil contamination-threats and sustainable solutions, 1-10.
3. Abu-Khasan, M. (2021, May). Analysis of soil contamination with oil and petroleum products. In International Scientific Siberian Transport Forum (pp. 1514-1522). Cham: Springer International Publishing.

УДК 675. 04:677.027

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА СТАНУ НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ

**Звягенцев М.С., студент факультету НГтаЕ, Мадані М.М., к.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет**

Повітряне середовище є найпотрібнішою для життя частиною довкілля і впливає на всі процеси життєдіяльності організму людини. Сучасний ритм життя примушує нас 90 % часу перебувати в приміщенні. Тому відповідність стану приміщень санітарно-гігієнічним нормативам є важливою запорукою якісної праці та стану здоров'я людей, що в них перебувають. Для навчальних приміщень серед усіх санітарно-гігієнічних показників найбільш важливими є вміст вуглекислого газу в повітрі та загальна освітленість. Підвищений вміст CO₂ у повітрі, що вдихається, негативно впливає на кров, слизові оболонки, дихальну і сечову системи, кісткову тканину, імунітет і розумову діяльність людини. Недостатня освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і природну активність усіх життєвих процесів.

Для визначення вмісту вуглекислого газу та рівня освітленості приміщень було обрано 4 аудиторії (лекційна, лабораторна, комп'ютерний клас та аудиторія для практичних занять) з метою охопити дослідженням усі типи аудиторій які використовуються в ОНТУ. Рівень вуглекислого газу в аудиторіях було виміряно 3 рази на день (перед початком першого заняття, після першого та другого заняття). Для визначення CO₂ у повітрі приміщень було використано експрес-метод. Для визначення рівня освітлення використано прилад DT-8809A. Даним приладом було виміряно природне та спільне освітлення у аудиторіях. Виміри, проводилися два рази: у ясну і похмуру погоду. Вимірювання здійснювалося на відстані 1; 2; 3; 4; 5 м від вікна о 8:30, 11:30, 13:00 та 15:00.

Дослідження показали, що рівень спільного освітлення відповідає нормативам в усіх аудиторіях. Більшість із них спроектовані правильно і мають достатню природну освітленість протягом усього робочого дня студента, за умови, що погода є ясною. За

похмурої погоди у ранішні години на значному віддаленні від вікон освітленість не відповідає нормі, однак це легко виправляється шляхом ввімкнення штучного освітлення.

Вивчення вмісту вуглекислого газу в повітрі аудиторій показав, що цей норматив до початку занять відповідає ГДК в усіх навчальних аудиторіях. Вже після першого заняття його концентрація перевищує гранично допустимий рівень. Виключення склав лише комп'ютерний клас, який має значне озеленення. Після другого заняття рівень вуглекислого газу не відповідав нормі ні у одній з аудиторій, незважаючи на невелику кількість студентів, що були присутні на заняттях. Для покращення стану повітря у навчальних аудиторіях потрібно проводити регулярне їх провітрювати із врахуванням зовнішніх температур.

УДК 427.561:3(883)

ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Лебедєв Д.М., студент факультету НГтаЕ, Мадані М.М., к.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет**

Актуальність теми у результаті діяльності промислових та сільськогосподарських підприємств у водні об'єкти у басейні Південного Бугу потрапляє значна кількість стоків, що викликає необхідність комплексного оцінювання їх впливу на водні екосистеми та розробки природоохоронних заходів для покращення екологічного стану. Басейн Південного Бугу розміщений на території семи областей України Хмельницької, Вінницької, Черкаської, Київської, Кіровоградської, Одеської та Миколаївської у межах лісостепової зони.

Метою роботи є аналіз параметрів якості поверхневих вод водних об'єктів у басейні Південного Бугу та розроблення природоохоронних заходів для покращення їх екологічного стану.

Методи дослідження – використані методи математичної статистики для обробки параметрів якості поверхневих вод та методи мультиспектрального екологічного контролю забруднення водних

Гідрографічна мережа басейну річки Південний Буг налічує: 6582 малих річок, загальною довжиною близько 20 тис. км; 11 середніх річок загальною довжиною понад 1,6 тис. км; 1 велику річку – Південний Буг.

Найбільш актуальними екологічними проблемами є кризове зменшення самовідтворювальних можливостей річок та виснаження водоресурсного потенціалу, значне забруднення водних об'єктів, погіршення якості питної води, недостатність економічного механізму використання і реалізації водоохоронних заходів. З них найголовнішою є проблема зарегульованості внаслідок великої кількості ставків і водосховищ.

Проаналізовано способи відновлення річкових та прирічкових екосистем для повернення їх до стану до їх зарегулювання. Перший спосіб полягає в тому, що скидається вода на 0,5 м і здійснюється вилучення фітомаси вищих водних рослин за допомогою екологічно безпечної технології. Другий спосіб полягає в тому, що в осінньо-зимовий період щорічно в нижній б'єф водосховища на 1,0-1,5 м скидається вода і кожної весни на осушеній території культивують високопродуктивні багаторічні трави, які викошують із настанням найбільшої фітомаси за допомогою екологічно безпечної технології. Ці способи відновлюють природні процеси самоочищення Південного Бугу і економлять значні кошти у порівнянні з використанням штучних засобів для викачування мулу.

Вдосконалено методику експериментальних досліджень параметрів забруднення водних середовищ та інтегральних параметрів якості поверхневих вод водних об'єктів з використанням біоіндикації за допомогою фітопланктону на вищих водних рослин. При

цьому показники вмісту фітопланктону у приповерхневому шарі води та площа покриття певними видами вищих водних рослин визначались за допомогою обробки мультиспектральних зображень поверхні водного об'єкта, отриманих з квадрокоптера.

УДК 504.5

ВПЛИВ ВИТОКІВ НАФТОПРОДУКТІВ НА СТАН ҐРУНТІВ

Довгалюк О.В., аспірант

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

У сучасних містах спостерігається стрімке зростання кількості автозаправних станцій, переважно розташованих у житлових районах, що призводить до підвищення рівня забруднення на місцевому рівні. Автозаправні станції, заклади роздрібною торгівлі, що спеціалізуються на продажу пального для автотранспорту та супутніх товарів, бувають двох основних типів: стаціонарні (АЗС) та мобільні (АМЗ) автозаправні станції. До стаціонарних АЗС належать традиційні, модульні (МАЗС) та контейнерні (КАЗС), причому традиційні мають підземні резервуари для зберігання пального, а контейнерні та модульні - наземні резервуари для зберігання пального. Незважаючи на специфічні відмінності між типами, всі автозаправні станції створюють екологічні ризики через унікальні аспекти транспортування, зберігання, наповнення резервуарів та потенційні розливи нафтопродуктів [1-2].

Багато речовин, що входять до складу нафти та нафтопродуктів, є токсичними, нерідко канцерогенними. Походження забруднюючих речовин охоплює широкий спектр і включає різні джерела, в тому числі, промислові об'єкти та автозаправні станції, які сприяють забрудненню через викиди кислотних та лужних забруднювачів, а також аліфатичних та ароматичних вуглеводнів внаслідок незначних розливів або витоків бензину; звалища побутових відходів, здатні розсіювати небезпечні речовини в навколишнє середовище та вимивати їх у ґрунтові води; сільськогосподарські ґрунти, забруднені залишками добрив, пестицидів та гербіцидів через тривале та інтенсивне використання цих сполук. Різні забруднювачі мають різний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини, що залежить від їхніх властивостей, таких як біодоступність, розчинність, здатність до розсіювання, канцерогенність тощо [3].

Встановлено, що просочування нафтопродуктами ґрунтової маси призводить до:

- Змін в хімічному складі ґрунту, зміни його властивостей та структури. Перш за все це позначається на гумусовому горизонті: кількість вуглецю в ньому різко збільшується, але погіршується якість ґрунтів, як поживного субстрату для рослин. Гідрофобні частинки нафти заважають зволоженню коріння рослин, що призводить до фізіологічних змін усієї рослини.
- Зміни складу ґрунтового гумусу. На початку зміни відбуваються у ліпідних і кислих компонентах. На подальших етапах за рахунок вуглецю нафти збільшується вміст нерозчинного гуміну. У ґрунтовому профілі можлива зміна окислювально-відновних умов, збільшення рухливості гумусових компонентів і ряду мікроелементів.
- Різкого порушення в ґрунтовому мікробіоценозі.
- Пригнічування фотосинтетичної активності рослинних організмів. Це позначається насамперед на розвитку ґрунтових водоростей. Залежно від дози нафти, що потрапила в ґрунт, і збереження ґрунтового та рослинного покриву, спостерігаються різні реакції ґрунтових водоростей: від часткового пригнічення до загибелі.
- Тривалого негативного впливу на ґрунтових тварин, що викликає їх масове видалення. Негативна дія забруднення здійснюється в результаті прямого контакту з нафтою і через зміну властивостей забруднених ґрунтів.

Отже, забруднення нафтою – це екокатастрофа. Паливно-мастильні матеріали, потрапляючи у воду або ґрунт, порушують процеси життєдіяльності. Пригнічують мікробне самоочищення, змінюють напрям метаболізму. На місці витікання нафтопродуктів у ґрунт важко або неможливо вирощувати рослини та отримувати нормальні врожаї.

Науковий керівник: кандидат сільсько-господарських наук, доцент, завідувач кафедри Технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу Грицуляк Галина Михайлівна

Література

1. Domuschy, S., Trigub, V., & Kulidjanov, E. (2022). Assessment of Soil Contamination by Heavy Metals in the Area Affected by Petrol Stations. In Proceedings of the 5th International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence (ISC SAI 2022) (pp. 51-58).
2. Seribekkyzy, G., Saimova, R. U., Saidakhmetova, A. K., Saidakhmetova, G. K., & Esimov, B. K. (2022). Heavy metal effects on earthworms in different ecosystems. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, 10(3), 2228-2228.
3. Arya, S., Rautela, R., Chavan, D., & Kumar, S. (2021). Evaluation of soil contamination due to crude E-waste recycling activities in the capital city of India. Process Safety and Environmental Protection, 152, 641-653.

УДК 504.5

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДІЮЧИХ І ВИСНАЖЕНИХ СВЕРДЛОВИН НАФТИ І ГАЗУ

Заріцький В.Б., аспірант

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Антропогенний вплив на геологічне середовище в процесі видобутку нафти і газу має чітко виражені особливості під час геофізичних робіт, будівництва, експлуатації та транспортування свердловин. Розробка озокеритових родовищ виносить на поверхню великі об'єми гірських порід, що призводить до практичного руйнування і трансформації рельєфу [1]. Утворений "техногенний" рельєф включає позитивні та негативні форми, такі як відвали, кар'єрні виїмки та канали, що виникають внаслідок антропогенної денудації, руйнування та переміщення гірських порід. Неналежне управління видобутком руди або неналежна консервація шахт суттєво впливає на міські системи, виводи метану з озокеритових шахт є небезпечними, класифікуються як надкатегорійні та вибухонебезпечні [2]. Через затоплення стан шахти погіршився, що робить її відновлення економічно недоцільним, а плану закриття не існує.

Негативний вплив на довкілля чинять не тільки активно працюючі свердловини, а й виснажені родовища. Найчастіше це пов'язано із порушенням процесу консервації виснажених свердловин. Проведено багато досліджень, в яких повідомлялося про витіки з виснажених родовищ, де витіки з вентиляційного отвору обсадної колони, пошкодження обсадних і насосно-компресорних труб, руйнування зональної ізоляції, стан порід біля стовбура свердловини, неякісне цементування і деградація цементу, як правило, пов'язані зі станом стовбура свердловини і цілісності цементної оболонки [3-4]. Ці витіки можуть також відбуватися через капронову пробку. Таким чином, аналіз гідравлічної цілісності свердловин з точки зору тиску нагнітання, характеристик пласта та стану стовбура свердловини не слід ігнорувати перед початком реалізації будь-яких проектів зі зберігання. Не було проведено

жодних досліджень, які б розглядали вплив вищезазначених умов у єдиному сценарії, на основі якого можна було б запропонувати основу для вибору відповідних свердловин для безпечного зберігання CO₂.

У ході проведеного дослідження встановлено, що потенційними негативними факторами впливу на геологічне середовище під час розвідки та видобутку нафти та нафтопродуктів, а також консервації виснажених нафтових родовищ в Україні та у світі є:

- забруднення підземних вод внаслідок негерметичності колон свердловин та недостатнього цементування;
- забруднення ґрунтів і поверхневих вод поблизу свердловин внаслідок аварій під час буріння та ремонтних робіт;
- забруднення ґрунтів та поверхневих вод поблизу свердловин внаслідок будівництва та експлуатації тимчасових сховищ для зберігання великої кількості прісної води, що використовується при бурінні свердловин та проведенні гідророзривів пластів;
- забруднення підземних вод і напірних горизонтів прісних вод у зоні активного водообміну поблизу свердловин внаслідок аварійних ситуацій під час буріння та капітального ремонту свердловин;
- викид вуглеводнів та їх побічних продуктів в атмосферу і ґрунт у разі пожеж, аварійних ситуацій, поривів трубопроводів;
- викиди забруднюючих речовин у повітря під час роботи котелень та двигунів внутрішнього згорання;
- підвищення сейсмічної активності та деформації гірського масиву під час проведення потужних гідророзривів пластів;
- використання значного обсягу прісної води при підготовці рідини для багатостадійного гідророзриву пласта, виходячи з досвіду США.
- вилучення земельних ділянок з природного стану для короткострокового та довгострокового використання з метою будівництва, монтажу та обслуговування технологічних об'єктів, свердловин, доріг, трубопроводів та інших об'єктів інженерної інфраструктури.

Отож, з огляду на вище викладене, можна дійти до висновку, що виснажені нафтові свердловини – це не лише екологічна проблема, але й економічна та соціальна. Для її вирішення потрібні спільні зусилля з боку уряду, нафтових компаній, громадських організацій та людей. Адже важливо пам'ятати, що ми маємо відповідальність перед майбутніми поколіннями за збереження довкілля.

Науковий керівник: д.т.н., начальник служби охорони довкілля і моніторингових досліджень ПАТ «Укрнафта» Пукіш Арсен Володимирович

Література

1. Surinaidu, L., Gupta, P. K., Ahmed, S., Hussain, M., & Nandan, M. J. (2023). Impact of urban wastewater reuse for irrigation on hydro-agro-ecological systems and human health risks: A case study from Musi river basin, South India. *HydroResearch*, 6, 122-129.
2. Golubinov, I. (2023). Oil Fires of the First World War: Military Use and Destruction of Galicia's Fuel Industry. *Quaestio Rossica*. 2023. Т. 11.№ 2, 586-602.
3. Zhang, J., Gao, H., & Xue, Q. (2020). Potential applications of microbial enhanced oil recovery to heavy oil. *Critical reviews in biotechnology*, 40(4), 459-474.
4. Eren, T., & Polat, C. (2020). Natural gas underground storage and oil recovery with horizontal wells. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 187, 106753.

ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВІД НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ

Кисельов М.Є., бакалавр факультету НГтаЕ
Одеський національний технологічний університет

Забруднення ґрунтів нафтопродуктами тягне порушення повітряного режиму та водних властивостей ґрунтів. Відзначається зміна і в живих мікроорганізмах що населяють ґрунт, знижується чисельність целюлозо-розкладаючих мікроорганізмів і бактерій, які засвоюють сполуки азоту. Шкідливий вплив нафтопродуктів відзначається для багатьох видів ґрунтів, а процеси самоочищення протікають повільно.

Небезпечним вважається рівень забруднення ґрунту, який перевищує межу потенціалу самоочищення. Інакше кажучи, ґрунти вважаються забрудненими, коли концентрація нафтопродуктів у них досягає такого значення, за якого починаються негативні екологічні зміни в навколишньому середовищі. Початком серйозного екологічного ушкодження є забруднення ґрунту нафтою в концентраціях, що перевищують 13 г/кг, оскільки за цих умов починається міграція нафтопродуктів у підземні води, істотно порушується екологічна рівновага у ґрунтовому біоценозі.

Технології, засновані на електрохімічних методах, використовують для знешкодження хлорованих вуглеводнів, фенолів і нафтопродуктів та знезараження ґрунту.

Останнім часом у світовій практиці біологічний метод очищення нафтових забруднень, заснований на застосуванні мікроорганізмів деструкторів нафти і нафтопродуктів, стає пріоритетним при будь-яких кількостях і масштабах забруднення, як найбільш дешевий (не вимагає значних капітальних і експлуатаційних витрат, реагентів, утилізації сорбентів або фільтруючого матеріалу), ефективний спосіб очищення (дозволяє досягати високу ступінь очистки) і нешкідливий (не призводить до утворення вторинних відходів, як при сорбційному методі).

Віброкавітаційна екстракція ця технологія призначена для очищення різних ґрунтів від нафти та нафтопродуктів. .

Використовуваний у технології спосіб віброкавітаційної екстракції забезпечує високий ступінь очищення ґрунту(залишкова концентрація забруднень не більше 1% мас.), при високій продуктивності процесу та компактності обладнання.

Технологія є безвідходною та екологічно чистою. Отримуваний в результаті очищення ґрунт може бути використаний для рекультиватії.

Новизна запропонованого способу полягає у використанні спеціального екстрактора, що має високу продуктивністю та ефективністю екстракції, а також спеціального вузла поділу, що дозволяє відокремити ґрунт від нафти і нафтопродуктів, причому нафту, що відокремлюється, може бути повторно використано як паливо, для переробки тощо.

Крім того, на базі даної технології можливе створення пересувний очисної установки, що дозволяє використовувати її при ліквідації аварій на нафтопромислах та нафтопроводах тощо. Сутність технології полягає у використанні процесу інтенсивної екстракції за допомогою різних екстрагентів (води, нафти, із наступним поділом пульпи на чистий пісок (ґрунт) та одержану нафту (нафтопродукти).

Установка має продуктивність – 1 тонна забрудненого ґрунту на годину. витрата матеріалів складає 200 кг води на 1 тону вихідного ґрунту. При цьому досягається ступінь очищення не менше 99%.

Науковий керівник – професор кафедри ЕТтаПЕ Якуб Л.М.

СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ – ЩО ВАЖЛИВО ЗНАТИ?

Стоянова С.І., студент гр. ТЗС-427 ф-ту НГтаЕ
Григор'єва Т.П., викл.-стажист
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Організм людини – дуже складний механізм, робота якого залежить від якості та «справності» його складових. Відомо, що 60 % життєвого циклу обумовлюються генетично, а решта 40 % залежить від якості життя: від того, що ми їмо, п'ємо, чим дихаємо, як рухаємось і взагалі як поведимось зі своїм організмом.

Значною мірою на стан і роботу внутрішніх органів і тканин впливає вода, а саме її кількість та якість. І це не дивно, адже вода становить 65 – 75 % всього організму дорослої людини.

І знову ж таки постає питання, яку воду краще пити: природну безпосередньо з джерела, бутильовану, очищену чи з водогону? При цьому слід пам'ятати про переваги та недоліки кожної з цих «категорій» води. Природна вода, здавалося б, кращий варіант, адже збагачена мікроелементами та не містить залишків хімічних домішок, що додають в процесі оброблення поверхневих вод. Але не завжди є безпосередній доступ до джерела природної води та гарантії його чистоти. При споживанні бутильованої води слід зважати на умови виробництва та зберігання готової продукції, на якість тари, в якій вона зберігається.

Коли говоримо про воду з водогону, беззаперечно, її якість за всіма показниками має відповідати нормативним документам. Та це на виході з водоканалу. Проте слід не забувати про трубопроводи, по яким вода тече, а також про не завжди сучасні технологічні процеси обробки води, які сьогодні ще застосовують при її очищенні.

Наприклад, при обробці води для видалення різних забруднюючих речовин у неї можуть додавати солі алюмінію, які добре справляються з цією задачею і є відносно недорогими реагентами. Однак з іншого боку ці хімічні сполуки здатні викликати порушення роботи мозку, а саме погіршують пам'ять. Адже солі алюмінію є нейротоксичними.

У водопровідну воду, що тече по металевим трубах, може потрапляти залізо, яке здатне накопичуватись у нирках і викликати важкість, різі, тощо. Крім того, водопровідна вода може містити такі важкі метали, як магній, цинк, кадмій, свинець, які при потраплянні в організм можуть блокувати роботу ферментів.

Серце, як головний «кров'яний насос» в організмі людини, також може страждати від споживання неякісної води. Бляшки, що утворюються і закупорюють кровоносні судини наче іржею, сприяють підвищенню кров'яного тиску і не дають можливості серцю належним чином перекачувати кров і доставляти кисень у всі органи та тканини.

М'язи людини, шкіра також потребують якісної води. Вода посилює білковий синтез в клітинах, а коли її бракує, клітини «засихають».

Ще одним негативним фактором впливу на організм людини при споживанні водопровідної води можуть бути продукти її знезараження. Зазвичай для цього використовують рідкий хлор чи його сполуки (гіпохлорит натрію, діоксид хлору). І наслідки дії цих хімічних сполук на організм людини залежать від їх залишкової кількості. Адже коли закінчуються шкідливі бактерії та мікроорганізми, на «боротьбу» з якими спрямована дія знезаражувальних агентів, часточки хлору починають руйнацію клітин організму. І першим це відчуває шлунок. Натомість очищення організму від хлору – досить довгий і непростий процес.

І таких прикладів впливу неякісної води на організм людини може бути ще багато. Тож вибір що пити і в якій кількості має бути виваженим.

Література

1. Як очищають воду на водоканалах? Електронний ресурс: <https://ecosoft.ua/ua/blog/kak-ochishchayut-vodu-na-vodokanalakh/> (дата звернення 23.03.2024)

УДК 330.341.1:338.45

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЕКОМОДЕРНІЗАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

Сікорський А.А., студ. фізико-техн. факультету,
Золотько О.В., канд. техн. наук, доцент
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

Металургійна галузь України в сучасних економічних умовах стикається з різними викликами та проблемами, які мають суттєвий вплив на навколишнє середовище. Ця галузь є одним з найбільших забруднювачів складових природного середовища оксидами вуглецю, азоту та сірки, сірководнем, зваженими речовинами, важкими металами [1]. Використання застарілого устаткування (ступінь зношеності основних фондів складає до 60 %) призводить до надмірного споживання енергії, що робить цю галузь енергоємним сектором економіки та ставить значний фінансовий виклик для підприємств. Галузь потребує високих об'ємів використання природних ресурсів – сировинних матеріалів. Фахівці звертають увагу на низький рівень кооперації у гірничо-металургійному комплексі, що часто не дозволяє створити повні технологічні цикли виробництва інноваційної продукції.

На мартенівську та киснево- конверторну технології в Україні припадає біля 95 % виготовлення сталі, що призводить до тотального забруднення повітря, води та ґрунтів. Відомо, що кожна вироблена у світі тонна сталі генерує у середньому 1,83 тони CO₂. Найбільший рівень викидів CO₂ мають мартени (до 2500 кг CO₂ на тонну сталі). Для киснево-конверторної технології виплавки сталі викиди CO₂ складають 1800-2000 кг на тонну сталі, а для електросталеплавильної - 100-300 кг CO₂ на тонну сталі [2]. Відповідно до вимог «Зеленого курсу» (European Green Deal) необхідна така екологічна модернізація металургійних підприємств України, яка передбачає радикальний перехід до впровадження електродугових печей та нових екоінноваційних технологій виплавки сталі. До 2030 року Україна зобов'язалась скоротити викиди парникових газів порівняно з 1990 р. на 65 % та витратити біля 100 млрд. євро інвестицій для всіх секторів своєї економіки [3].

Одним з перспективних рішень декарбонізації металургії є переведення металургійних комбінатів на водень. Лідерами у впровадженні водневих технологій є Німеччина, Швеція, Італія та Франція. В Україні здійснюється планове стимулювання створення у металургії інноваційної інфраструктури у вигляді технопарків, технополісів, бізнес-інкубаторів, науково-технологічних центрів і т. ін., яка б відповідала сучасним ринковим вимогам. За оцінками фахівців, впровадження нових технологій здатне підвищити ціни на металопродукцію у 2 рази та більше [4]. Тому у сфері екологічної модернізації металургії України необхідною є не тільки масштабна підтримка держави, але й активне міжнародне співробітництво, яке передбачає трансфер технологій та зручний доступ до фінансових ресурсів.

Література

1. <https://kryvyi-rih.name/uk/articles/2239-innovacii-v-metalurgii-yak-unikayut-vtomi-metalu-v-krivomu-rozi/>

2. Мусіна Л.А. Інновації та технології для розвитку зеленої ресурсоефективної економіки України / Л. А. Мусіна, Т. К. Кваша : монографія. – К.: УкрІНТЕІ, 2017. – 138 с.

3. Кушакова Н.О. Металургійний комплекс України: загальна характеристика та сучасний стан розвитку. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2019. Випуск 23, частина 1. С.162 – 165.

4 Steel Statistical Yearbook. URL: <https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/steel-statistical-yearbook.html>

УДК 504.05

РЕЦИКЛІНГ ТА ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ОДЯГУ

**Прозоркевич Є.Д. магістрант факультету НГтаЕ
Одеський національний технологічний університет**

Глобальний надлишок одягу – це екологічна криза. Одяг, взуття та домашній текстиль відповідальні за забруднення води, викиди парникових газів і захоронення відходів. Крім того, виробництво одягу несе відповідальність за майже 10% глобальних викидів вуглецю, галузь також сумно відома кількістю ресурсів, за оцінками, на текстильне виробництво припадає близько 20% глобального забруднення чистої води продуктами фарбування та обробки. Під час прання синтетики в океан щорічно викидається близько 0,5 мільйона тон мікрОВОлокна. Текстильна промисловість займає приблизно від 5% до 10% місця на звалищах. Одяг, що потрапляє на звалища найчастіше виробляється з синтетичних або неорганічних матеріалів. Крім того, кожен етап виробництва одягу несе шкоду водній, наземній і атмосферній екосистемам.

Програма Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища (ЮНЕП) очолює ініціативу зі створення світу без відходів. Нам потрібні галузі замкненого циклу, в яких стара зовнішність стає новою.

Все більш очевидним стає і те, що дієві методи вирішення екологічних проблем слід шукати в повній зміні парадигми людської поведінки. Традиційно життєвий цикл виробу закінчується звалищем. Витягнути хоч якусь користь від предмету, що туди потрапив майже не вдається. Тому звалище завжди чинить тиск на довкілля. Очевидно, що альтернативою звалищу може бути подальше використання продукту або через апгрейд (модернізація, оновлення), або через рециклінг (повторне використання або повернення в обіг) матеріалів. Однією з проблем швидкої моди є відходи одягу, які вона виробляє. За даними Агентства з охорони довкілля, тільки у 2013 році було вироблено 15,1 млн тон відходів текстильного одягу. У США 65% текстильних відходів викидаються на звалища, 19% спалюються з рекуперацією енергії, тільки 16% переробляються.

В роботі розглядаються питання переробки відходів галузі:

Механічне подрібнення завдає більшої шкоди натуральним волокнам, ніж синтетичним, у змішаних тканинах, таких як поліестер-бавовна революції. Крім того, механічна переробка є одним з найпростіших методів утилізації, який може бути використаний з невеликими витратами. Але механічне подрібнення завдає більшої шкоди натуральним волокнам, ніж синтетичним, у змішаних тканинах, таких як поліестер-бавовна.

Хімічна переробка стає альтернативою для переробки обох типів волокон. На рисунку показано переробку одягу за відкритим і закритим циклом. Термін "переробка за відкритим циклом" відноситься до методів, за яких тканини або текстиль використовують для виготовлення нових виробів.

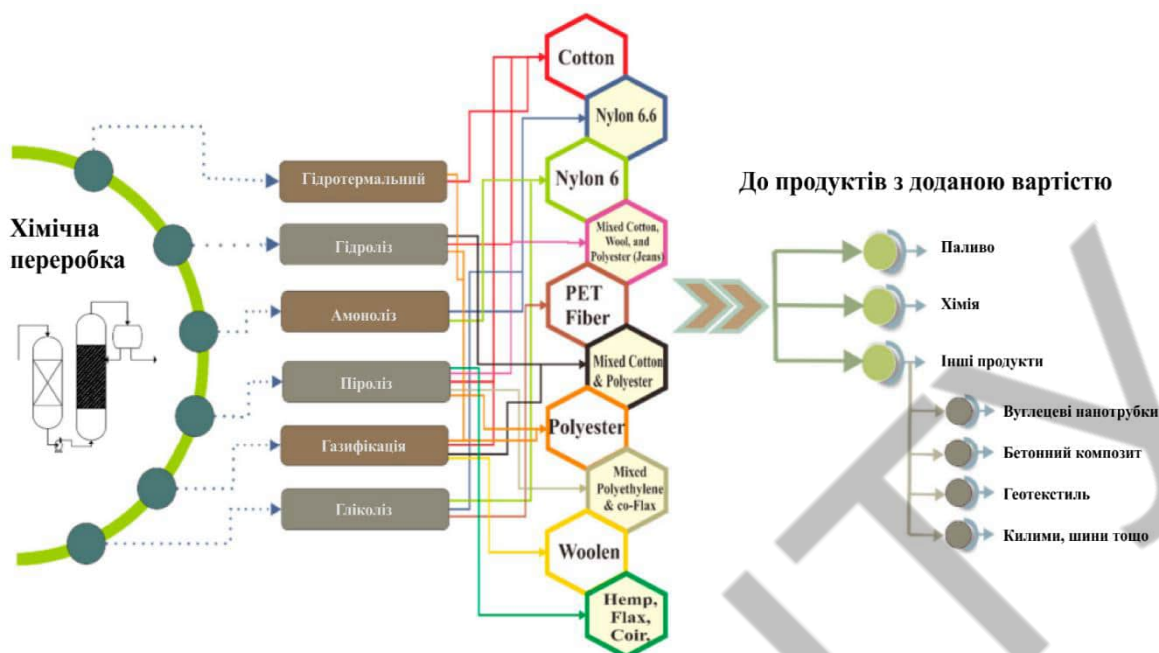


Рисунок 1 – Можливі шляхи переробки текстилю хімічними методами

Повторне використання одягу в кілька разів знижує вплив на навколишнє середовище. Деякі наукові дослідники вважають, що вплив повторного використання текстилю на навколишнє середовище в 70 разів нижчий, навіть з урахуванням глобального експорту для повторного використання, включно з викидами від транспорту.

Науковий керівник – ЯкубЛ.М., професор кафедри ЕТтаПЕ

Література

1. The Chemical Recycling of Clothes. Part 1; The Challenges [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blog.agchemigroup.eu/the-chemical-recycling-of-clothes-part-1-the-challenges/>
2. New study: Clothing reuse has a 70 times lower environmental impact [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.recycling-magazine.com/2023/01/18/new-study-clothing-reuse-has-a-70-times-lower-environmental-impact/>
3. The Environmental Impact of Textile Recycling [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://harmony1.com/impact-textile-recycling/>

УДК 628.4.032:602.4:[66.098.4:663.9]

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА МОРСЬКУ ТА РІЧКОВУ ФАУНУ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ

Лашкова І.С., Крусір Г.В., Сагдєєва О.А., Соколова Т.І.
 Коледж нафтогазових технологій, інженерії, інфраструктури сервісу Одеського національного технологічного університету,
 Одеський національний технологічний університет

Чорне море має унікальну екосистему з найбільшим безкисневим басейном, але після початку російсько-української війни 2014 року і за останні два роки після повномасштабного вторгнення екосистема акваторії Чорного і Азовського морів зазнає нищівних збитків.

Частина територій страждає через відсутність належної охорони, а інші потерпають безпосередньо від дій окупантів.

На природоохоронні об'єкти серйозно вплинула й катастрофа на Каховській ГЕС, що сталася 6 червня 2023 року внаслідок підриву росіянами греблі. Існування окремих видів та екосистем опинилося під загрозою. Унаслідок знищення Каховської ГЕС у Чорне море потрапили колосальні обсяги прісної води, забрудненої добривами, паливно-мастильними матеріалами та стічними водами. Аналіз даних із супутника дав змогу науковцям розрахувати, що забруднені річкові води охопили понад 7300 км² морської акваторії. В Одеській Затоці науковці зафіксували стрімке опріснення води й падіння солоності із 14 до 4 проміле, а в деяких прибережних ділянках в окремі періоди — дуже високу концентрацію азоту, що може бути ознакою забруднення води каналізаційними стоками. Різне зниження солоності призвело до загибелі окремих гідробіонтів -- колоній мідій, мальків та ікри риб, — що надалі може позначитися на змінах усєї прибережної екосистеми.

Чорноморський біосферний заповідник, національні парки “Азово-Сиваський”, “Джарилгацький”, “Меотида” та інші опинились у зоні бойових дій та гуманітарної кризи, у не можуть забезпечити належну охорону, збереження рідкісних видів та безпеку своїх співробітників.

Пошкодження комунальних комунікацій призводить до забруднення органічними речовинами води. Наприклад руйнування каналізаційних насосних станцій, що подають стічні води міста на очисні споруди. Зворотні води з міста потрапляють до річок без будь-якого очищення. Неочищенні скиди містять велику кількість органічних речовин, яйця гельмінтів, патогенні бактерії, сульфати, хлориди. Таке забруднення може призвести до великих масштабів цвітіння води в Дніпрі та Чорному морі з настанням теплішої погоди.

Військові кораблі порушують хиткий баланс у підводних екосистемах не лише коли тонуть. Вони також можуть випадково завести в море чужорідні інвазійні види у регіони, де вони раніше не зустрічалися. Це, зокрема, може відбуватися шляхом скидання баластних вод.

Підводні морські екосистеми також потерпають через бойові дії

Підводні вибухи викликають ударну хвилю, яка під водою може поширюватись на великі відстані, оглушати рибу і вбивати інші організми. Зокрема в Ірпені виникла загроза екологічної катастрофи через велику кількість мертвої риби, яку оглушили авіаційні удари.

Вибухи можуть становити серйозну загрозу також і для морських ссавців. Наприклад червонокнижні афаліни, білобокі дельфіни та фочени звичайні (морські свині) опинились у ще більш вразливому становищі.

Небезпеку для дельфінів становлять військові кораблі і підводні човни, які зараз постійно переміщуються в акваторії Чорного моря та використовують гідролокатори. Акустична частота, яку використовують китоподібні, збігається з частотою морських сонарів, що може пошкодити слуховий апарат тварини, який відповідає за навігацію та спілкування.

Мертвих, а також дезорієнтованих дельфінів, які мали рани і великі опіки, які найбільш ймовірно вони могли отримати внаслідок вибухів, знаходили на узбережжі Болгарії та Румунії.

У моря потрапляють токсичні речовини від збитих ракет, затопленої техніки, роботи підводних човнів та зруйнованих очисних споруд. Затоплення військових кораблів, літаків та іншої військової техніки може призвести до розливів нафтопродуктів. Нафтова плівка вкрила десятки тисяч квадратних кілометрів морських охоронюваних територій України. Нафта й паливно-мастильні матеріали перешкоджають проникненню кисню, чим завдає величезної шкоди підводним мешканцям і часто призводить до їхньої масової загибелі. Залишки нафтопродуктів довгий час можуть зберігатися на поверхні моря, переноситися течіями, викидатися на берег або осідати на дно, створюючи проблеми на довгі роки.

Боєприпаси, що опинилися у воді містять вибухову речовину, у складі якої є важкі метали: нікель, вольфрам, олово, свинець, алюміній, цинк та шкідливі пластифікатори і

стабілізатори. Навіть самі по собі оболонки ракет, кулі та гільзи часто складаються з матеріалів, які можуть бути токсичними для довкілля. Зокрема, свинець – один металів, що найчастіше використовується у кулях та гільзах – може вражати різні системи органів хребетних тварин, в тому числі нервову систему. Снаряди або уламки, що залишилися після бою, можуть призвести і певних тварин, які часто ковтають дрібні камінці, аби допомогти травленню.

Жива риба може містити досить високу концентрацію важких металів. Вживання риби, яку будуть виловлювати, або ті ж самі креветки, які досить популярні на Азовському узбережжі, можуть бути джерелом важких металів. Скорочення кількості шпрот, хамси, тюльки — три види риби, які становлять 90% всього вилову, який є на сьогодні в Чорному морі. Хоча фактично вилов припинений на узбережжях України, але він не припинений біля тих держав, які не беруть участі у військових діях. У Туреччині, Грузії, Болгарії вилов продовжується, але різнобарв'я скоротилося.

УДК 628.4.032:602.4:[66.098.4:663.9]

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОВУГІЛЛЯ З ВІДПРАЦЬОВАНОЇ КАВОВОЇ ГУЩІ НА АНАЕРОБНЕ ЗБРОДЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ

**Соколова Т.І., Крусір Г.В., Соколова В.І.
Одеський національний технологічний університет**

Кількість вироблених в світі харчових відходів щорічно сягає понад 3500 мільйонів тон, ця проблема становить загрозу для навколишнього природного середовища, здоров'я людей та тварин, тому переробка їх у вторинну сировину є одним з актуальних та ефективних способів управління відходами, який можна використовувати для отримання різних видів інших продуктів (біогаз, біодобрива, біоетанол, біодизель, оцет, пігменти, молочну кислоту та антиоксиданти) [1-3]. Використання харчових відходів зумовлено тим, що до їх складу входять білки, полісахариди (крохмаль, целюлоза, геміцелюлози та лігнін), органічні кислоти, олії/ліпіди, також мікроелементи (калій, фосфор, нітроген тощо), в той час, як вологість та загальний вміст твердих речовин становить 70-80% та 20-30% відповідно [2; 4]. Біовугілля (біочар) є одним з багатих на вуглець матеріалів, який позитивно впливає на отримання біогазу та має мікропористу структуру з великою площею поверхні [5], виробляти його можна в великій кількості та доволі дешево, в якості сировини для отримання біочару використовують широкий перелік органічних відходів, наприклад, кавову гущу [6].

В даному дослідженні розглядався процес анаеробного збродження харчових відходів з використанням біочару в якості добавки, який мав впливати на збільшення виходу біогазу. Враховуючи показники енергоефективності, які залежать від вибору температурного режиму за яким отримують біогаз, було вирішено порівняти використання мезофільного та термофільного температурних режимів, переробляючи харчові відходи ресторанного господарства попередньо інкубувавши гній великої рогатої худоби для забезпечення необхідної кількості метанотворних мікробів, які відтворюють деградацію органіки. Враховуючи, що термічні умови процесу сильно впливають на анаеробне збродження, слід зазначити, що використання біовугілля може збільшити кумулятивне виробництво метану приблизно на 20% та зменшити накопичення летючих жирних кислот при мезофільних умовах [7].

Метою дослідження була оцінка впливу біочару, отриманого з відпрацьованого кавового шламу, на процеси анаеробного зброджування харчових відходів ресторанного господарства з використанням показників накопичення біогазу.

В якості сировини використовували харчові відходи ресторану «Цуккіні» (м. Одеса, Україна), з них були видалені домішки, які не придатні для анаеробного зброджування, наприклад, кістки, пакувальні матеріали тощо. Подрібнені відходи зберігали при температурі - 20 °С в скляних контейнерах, хімічні вихідні параметри становили: рН 6,1, загальні тверді речовини (TS) $18.4 \pm 0,3\%$, леткі речовини (VS) $17.9 \pm 0,3\%$, вміст білка $4.0 \pm 0,2\%$. Готували два контрольних субстрати МТ та ТТ, у співвідношенні 2:1 (суміш харчових відходів (FW) та коров'ячого гною (CM)), який переробляли у біогаз в мезофільному та термофільному температурних режимах, до них окремо додавали біочар у концентраціях 5, 10 та 15%.

Біовугілля отримували з відпрацьованої кавової гущі шляхом піролізу при температурі 300 °С протягом 1 години, в якості каталізатору розкладання використовували сульфаметоксазолу (SMX) шляхом активації персульфатом, основний розмір пор становив 14 нм, а площа поверхні $45 \text{ м}^2 \text{ г}^{-1}$, дослідження відбувалося за методом Брунауера-Еммета-Теллера (ВЕТ).

Для відтворення процесу анаеробного зброджування використовували лабораторну біогазову установку БУ-1 типу UASB об'ємом $76,8 \text{ м}^3$, в якому відбувалися всі чотири стадії утворення метану. Реактори загрузали на 2/3 свого об'єму, щоденно відбувалося перемішування суміші для підтримки рівня вологості на рівні 80%, процес сягав 20-25 днів. Реактори були ізольовані, вплив температури навколишнього середовища на отримані дані не враховується. Кожне дослідження було проведено в трикратному повторенні.

Кумулятивне утворення метану в результаті анаеробного зброджування харчових відходів та гною великої рогатої худоби в присутності біопалива в мезофільних та термофільних умовах показано на рис. 1.

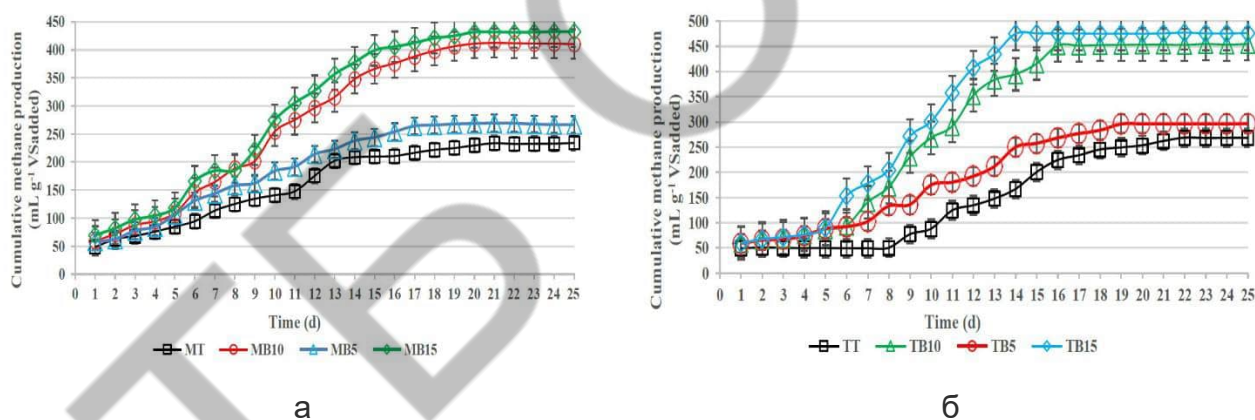


Рис. 1. а - зміни кумулятивного виробництва метану при мезофільній обробці; б - зміни кумулятивного виробництва метану при термофільній обробці

Смуги похибок вказують на стандартні похибки потрійних реакторів.

Результати показують, що термофільне анаеробне зброджування з вищим ступенем гідролізу було схильне до нестабільності через накопичення ВЖК і падіння рН. Біовугілля з відпрацьованого кавового шламу ефективно стимулює споживання VFAs і збільшує виробництво метану, особливо в термофільних умовах. Зі збільшенням кількості біопалива з 0 до 15 г л^{-1} кумулятивне виробництво метану в термофільних умовах зросло з $296.7 \text{ мл г}^{-1} \text{ VSadded}$ до $476.1 \text{ мл г}^{-1} \text{ VSadded}$, тоді як час зброджування скоротився з 22 днів до 14 днів.

Література

1. Andrade T.S., J. Vakros, D. Mantzavinos, P. Lianos, 2020. Biochar obtained by carbonization of spent coffee grounds and its application in the construction of an energy storage device. Chem. Eng. J. Adv. Volume 4. <https://doi.org/10.1016/j.ceja.2020.100061>

2. APHA-AWWA-WEF. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater – APHA, AWWA & WEF-. 21th. Washington D.C. : American Public Health Association/American Water Works Association / Water Environment Federation, 2005.

3. Caruso, M.C., Braghieri, A., Capece, A., Napolitano, F., Romano, P., Galgano, F., Altieri, G., Genovese, F., 2019. Recent updates on the use of agro-food waste for biogas production. Appl. Sci. 9, 1217. <https://doi.org/10.3390/app9061217>.

4. Chhandama M.V.L. et al. 2022. Valorisation of food waste to sustainable energy and other value-added products: a review. Bioresour. Technol. Reports. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.100945>

5. Prajapati, K.B., Singh, R., 2020. Enhancement of biogas production in bioelectrochemical digester from agricultural waste mixed with wastewater. Renew. Energy 146, 460–468. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.154>.

6. Pramanik S.K. et al. 2019. The anaerobic digestion process of biogas production from food waste: Prospects and constraints. Bioresour. Technol. Reports Volume 8. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100310>

7. Wang, L., Shen, F., Yuan, H., Zou, D., Liu, Y., Zhu, B., Li, X., 2014. Anaerobic co-digestion of kitchen waste and fruit/vegetable waste: lab-scale and pilot-scale studies. Waste Manag. 34, 2627–2633. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.08.005>.

УДК 628.477:[621.311.245+621.311.243]

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ВІД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Токарчук В.В., Соколова В.І., Новгородська О.С.

Коледж нафтогазових технологій, інженерії, інфраструктури сервісу Одеського
національного технологічного університету

За останні роки завдяки впровадженню зеленої енергетики на глобальному рівні виросла кількість функціонуючих сонячних та вітряних станцій, які є альтернативою викопному паливу та мають перспективи для витіснення його з ринку товарів в майбутньому. З розширенням використання альтернативних джерел енергії, яке має зменшити парниковий ефект, постало питання утилізації та переробки відходів, які утворюються після відпрацювання терміну служби. За результати досліджень життєвого циклу вже можна впевнено сказати, що використання таких альтернативних джерел енергії не є абсолютно екологічно чистим [1].

В найближчому майбутньому на території Європи очікується значне розширення виробництва вітрової енергії з метою покриття 30% попиту ЄС на електроенергію до 2030 року. У США щорічно в період з 2021 по 2025 видаляють близько 8000 лез, а у Європі 3800 лез. Вітряна турбіна складається з металевих матеріалів (майже 85% маси турбіни без фундаменту) та полімерних композитів з армованим волокном (15%). Сонячні фотоелектричні (PV) панелі виділяються як провідне відновлюване джерело енергії, здатне задовольнити близько 60% поточного попиту на електроенергію, за прогнозами виробництво досягне понад 1630 ГВт до 2030 року та вражаючих 4500 ГВт до 2050 року, їх утилізація також є важливим елементом на шляху до чистого довкілля [1, 2].

На території Одеської області функціонують сонячні та вітряні станції, тому це питання буде гостро підійматися в майбутнім, коли через 20-25 років необхідно буде утилізувати нині діючі вітряки та сонячні батареї, отже необхідно розглянути варіанти переробки вже зараз для попередження негативного впливу на навколишнє природне середовище. Вважається, що до 2050 року кількість відходів композитних матеріалів лопатей

та батареї сягатиме десятки тисяч тон у всьому світі. За попередніми дослідженнями лише 30% матеріалів можна використовувати в якості вторинної сировини

При переробці вітряних турбін, відбувається механічний розподіл на дрібні частини, тобто відбувається різання, подрібнення, дроблення, фрезерування, які в подальшому можуть бути використані як арматура в різних виробках, ізоляційних матеріалах або як конструктивні елементи іншого призначення. Замість механічного дроблення можна використовувати технології фізичної чи хімічної переробки, що призведе до відновлення деяких компонентів (наприклад, волокон). Піроліз, як один із методів переробки забезпечує швидке нагрівання завдяки «шару», можна використовувати псевдозріджене гаряче повітря, мікрохвильовий піроліз лопаток і процес низькотемпературного безкисневого піролізу. Однією з нових технологій отримання вторинної сировини з лопатей є технологія вилучення волокон з лез шляхом короткочасного пропускання кисню всередину (після поділу смоли і волокон при піролізі без кисню). Волокна, відновлені за допомогою двоетапної технології, показали досить високу міцність на розрив (19%) та деформацію до руйнування (43%), ніж волокна, відновлені за допомогою одноступеневого високотемпературного піролізу.

При використанні хімічної переробки можна отримувати більш чисті волокна, зберігаючи більшу їхню міцність завдяки нижчим температурам порівняно з піролізом. При цьому існують різні розчини, які можна використовувати для розкладання полімеру, наприклад, каталітичні, азотна кислота, аміак або гліколь, вода або етанол, близькі до критичної температури [1, 3].

При переробці сонячних батарей першим з етапів також є розбирання ручним або механічним способом (зняття розподільної коробки, алюмінієвої рами і проводів). Алюмінієвий каркас часто вимагає механічної та піролізної обробки для металургійного відновлення, залежно від марки матеріалу, що підлягає відновленню, застосовуються три різні обробки переробки: верхня обробка, середня обробка та нижня обробка. Одним з найважливіших етапів переробки є розшарування, який включає три основні методи: механічний, термічний і хімічний. Термічна обробка, зокрема піроліз, ефективна для видалення шарів, але стикається з такими проблемами, як крихкість пластин та високе споживання енергії. Механічне розшарування пов'язане зі складнощами при поводженні з подрібненими композиціями, але економічно вигідніше. Хімічне розшарування добре працює за низьких температур, але є недоліки з токсичністю та економічною доцільністю. Спочатку для видалення металевих покриттів алюмінію застосовують 30% водний розчин КОН при температурі 60-80 °C протягом 2-3 хв. Далі відбувається травлення сумішшю 250 мл HNO₃ (65%), 150 мл HF (40%), 150 мл CH₃COOH (99,5%) та 3 мл Br₂. Цей етап, що проводиться при температурі 40 °C протягом 9 с, усуває срібні покриття, покриття антивідблиску (ARC) і пр-переходи. Метою рекуперації металів при переробці фотоелектричних панелей є вилучення скла, чистого кремнію та цінних металів. Хімічне травлення – це ефективний метод відновлення чистого кремнію, але зниження витрат має вирішальне значення конкурентоспроможності [2].

Розвиток багатоступінчастих, мультифізичних технологій є перспективним напрямом переробки лопаток та сонячних батарей і потенційно здатне задовольнити всі вимоги до вторинної переробки: чіткий поділ компонентів, екологічність, висока якість деталей, що переробляються, ефективне використання знімних деталей.

Література

1. P. Majewski, N. Florin, J. Jit, R.A. Stewart, (2022). End-of-life policy considerations for wind turbine blades. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume 164, August 2022, 112538. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112538>
2. S. Preet, S.T. Smith, (2024). A comprehensive review on the recycling technology of silicon based photovoltaic solar panels: Challenges and future outlook. *Journal of Cleaner Production* Volume 448, 5 April 2024, 141661. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141661>

3. Mishnaevsky Jr. L., (2023). Recycling of wind turbine blades: Recent developments. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. Volume 39, February 2023, 100746. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2022.100746>

УДК [628.3:628.381]:663

WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES OF FOOD INDUSTRIES FOR THE ORGANIZATION OF WATER REUSE

**Kidakova D¹., student Karazhan A²., student
Odesa National University of Technology¹, Korkyt Ata Kyzylorda University²**

Since the beginning of the 21st century, world trade in agricultural products and food products has been actively developing. In 2018, it amounted to 1.5 trillion US dollars. More than 70% of this group of goods is food [1].

Ukraine is a country with fertile lands and different climatic zones. Ukraine produces and exports vegetable oils, cheeses, dairy products, sweets and alcoholic beverages to countries around the world. Good prospects in Ukraine for the development of the fruit and vegetable processing sector, in particular potatoes. Ukraine is also a leading producer of tomato paste and apple concentrate [2].

Kazakhstan is a country with limited natural resources. At the same time, the available vegetable and animal raw materials create conditions for the development of production of flour and bakery products, vegetable oils, condensed milk, canned fruit and vegetables, animal feed, canned fish, etc. The main exported products of the food industry are flour, beef, pork, lamb, poultry, cheese and eggs [3].

The food industry is a strategically important industry for Ukraine and Kazakhstan. Experts predict the further development of this industry. Since food production is not possible without water, the need for water for technological and non-technological needs will also grow. The water needs of a food enterprise are individual and depend on: the range of products, raw materials, the capacity of the enterprise, the type of equipment, the number of technological lines, requirements for sanitation and hygiene in production, the area of industrial premises, the number of employees, etc. Common to all food enterprises is the generation of a significant amount of polluted wastewater.

Wastewater from food processing plants contains proteins, fats, carbohydrates, vegetable oils, acids, salts, heavy metals, microorganisms, etc. In the environment, under the influence of external natural factors, they decompose or interact with substances from the environment. This leads to deterioration of the ecological state of the environment. Therefore, wastewater treatment of food enterprises is mandatory before discharge into water bodies. At the same time, wastewater can be an additional source of water for the food enterprises themselves. The growing shortage of fresh water in the world, the growth of the population on the planet, climate change, and the increase in the price of drinking water increasingly encourage food producers to pay attention to local wastewater treatment technologies in order to reuse water in the production process. Advantages of water reuse: reduction of intake of fresh water from natural reservoirs; promoting the restoration of natural water bodies; recovery of valuable substances from wastewater; economic growth of enterprises.

The choice of wastewater treatment technology for water reuse at a food enterprise is influenced by such factors as: volume of wastewater, type and concentration of pollutants, requirements for the quality of purified water, capital and operating costs for the implementation and use of technology, etc. Wastewater treatment technologies for water reuse in food production in our countries have not yet been widely used. Therefore, research aimed at the development of

effective and economically feasible technologies for the treatment of wastewaters of different chemical and microbiological composition, as well as at the assessment of risks to human health from the use of such water, are relevant.

The purpose of the scientific work: to provide a description of the wastewater of food enterprises, whose activities affect the formation of the export potential of Ukraine and Kazakhstan, as well as to evaluate which of the modern wastewater treatment technologies are promising for use in the food industry and with the help of which it is possible to effectively purify wastewater and after cleaning, reuse the water. The task of the research: to investigate the chemical composition and range of concentrations of pollutants in waste water of food industries; perform an analysis of the advantages and disadvantages of modern wastewater treatment technologies in the food industry; to formulate proposals for wastewater treatment technologies at food enterprises to organize the reuse of water in production processes.

In the scientific work, attention was focused on the characteristics of wastewater quality of food enterprises of Ukraine and Kazakhstan, the products of which make up a significant share of the export potential. In particular, wastewater from flour mills and bakeries, meat processing plants, vegetable oil, alcoholic beverage, and tomato paste factories was studied. The report presents the results of summarizing information from various literary sources regarding this issue. The characteristics of the quality of wastewater are compiled according to typical indicators with an indication of the range of changes in the values of the indicators. The analysis of the obtained results showed that the wastewaters of the food enterprises selected for research are highly concentrated solutions. Most of them are characterized by high values of TSS, BOD₅ and COD indicators. The pH of wastewater varies from slightly acidic to alkaline. Also, the studied wastewater contains compounds of nitrogen and phosphorus, which, together with the high content of various organic substances, creates conditions for the development of microorganisms. Wastewater from meat processing enterprises, vegetable oil production, and bread production also contains fats and vegetable oils (high FOG index). The specified features of wastewater determine the need for their mandatory and rapid cleaning.

Modern wastewater treatment technologies of the food industry involve the sequential use of several technological processes. Conventionally, the wastewater treatment technology is divided into three stages: primary treatment (for the removal of insoluble particles, fats and vegetable oils, averaging and neutralization of wastewater, their cooling); biological purification (for the extraction of organic substances with the help of microorganisms); tertiary cleaning (to remove organic and inorganic substances that cannot be decomposed by biological methods and were not removed at previous stages). Tertiary treatment is a mandatory stage for the organization of water reuse at a food enterprise. Each stage of technology may consist of one or more technological processes aimed at removing pollutants with similar properties from wastewater. Technological processes for wastewater treatment are based on various physical, chemical, physico-chemical and biological methods, which differ in: the efficiency of removing pollutants from wastewater; using equipment of a certain design, principle of operation and power; restrictions on the content of pollutants in wastewater subject to purification; quality of purified water and opportunities for its reuse; the cost of purified water. In order for the reuse of purified wastewater in food production to become possible, it is necessary to apply methods in the technology of their purification that are effective in terms of technical, technological and economic indicators, safe for the environment and for people. The scientific work presents an analysis of the effectiveness of a number of modern methods of wastewater treatment of food enterprises. The scientific work also developed recommendations on methods that should be included in wastewater treatment technologies of food enterprises, the products of which occupy a significant share in the export potential of our countries. The selection was focused on methods that have wide practical use and are known for their effectiveness. It is assumed that the purified water will be used by enterprises for reuse. First of all, it will be water for technical and circulating water supply.

Advisors: Kovalenko O., Doctor of Technical Sciences, Professor¹,

References

1. Food industry analysis report and guide. TR22 region (Balıkesir, Çanakkale) (2021) R.T. *Ministry of Industry and Technology General Directorate of Development*, 142. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/tr/gida-tr22.pdf>
2. Ukrainian food and beverages industry. (2020). <https://www.awex-export.be>
3. Ibyzhanova, A. D., Rustenova, E. A., & Dzhakupova, A. K. (2022). Food market of the Republic of Kazakhstan: export opportunities. *Eurasian Journal of Economic and Business Studies*, 65(3), 60-76. <https://doi.org/10.47703/ejeb.v3i65.106>

СЕКЦІЯ 2

**ТЕПЛОФІЗИКА,
НАНОМАТЕРІАЛИ ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЇ,
НЕТРАДИЦІЙНА
ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА,
ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ**

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОГО ПІРОЛІЗУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЧАРУ

Ткаченко А.О., аспірантка
Одеський національний технологічний університет

Зацікавленість у переробці біомаси у продукти з доданою вартістю зростає по всьому світу, оскільки це є запорукою розвитку циркулярної економіки. Поняття циркулярна економіка означає ефективну переробку відходів, як сільськогосподарських, промислових, так і муніципальних, шляхом використання їх потенціалу з метою зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Проблема накопичення сільськогосподарських відходів актуальна для України. Незважаючи на виклики, що постали перед країною в останні часи, агропромисловий сектор України становить другий за важливістю компонент економіки країни після індустріального виробництва. За даними Служби державної статистики України у 2022 році обсяг виробництва сільськогосподарських культур становив 105542 тис. т (культури зернові та зернобобові, цукровий буряк, соняшник, картопля, овочеві, плодові та ягідні культури). Приблизно 48% продукції рослинництва експортується, інша частина відправляється на переробні та харчові підприємства всередині країни [1]. Відповідно до цього, можна зробити висновок, що в нашій країні утворюється величезна кількість сільськогосподарських відходів як на етапі збору врожаю, так і на етапі переробки сировини у харчові продукти.

Постає питання менеджменту сільськогосподарських відходів і розробці та впровадженні перспективних технологій та методів їх переробки. Одним із методів зниження кількості відходів аграрної промисловості і переробки їх у продукти доданої вартості, можна вважати виробництво біовугілля з використанням мікрохвильового піролізу.

Біочар, або біовугілля – це продукт піролізу біомаси з високим вмістом вуглецю. Перспективність виробництва біочару полягає в тому, що він може знайти багато видів використання, починаючи від застосування його для енергетичних потреб в якості палива, закінчуючи очищення ґрунтів та вод від забруднення важкими металами, використання в якості добавки до компосту, для іммобілізації мікроорганізмів тощо. Окрім того, при виробництві біовугілля, утворюють такі побічні продукти, як біогаз (синтез-газ) і біо-масло, що також може використовуватися в якості палива або з іншою метою.

Піроліз біомаси – це процес термічної деградації сировини за відсутності кисню з утворенням різноманітних газоподібних, рідких і твердих продуктів (біогаз, біо-масло і біовугілля). Тепло, що необхідне для реакції ендотермічного піролізу, зазвичай забезпечується прямим або непрямим нагріванням гарячими газами, рідкими теплоносіями, реакціями окислення [2].

Протягом останніх років мікрохвильовий піроліз притягує все більшу увагу дослідників як альтернатива традиційному піролізу, головним чином через низку переваг: швидкість нагрівання, об'ємне та рівномірне нагрівання біомаси, що прискорює швидкість реакції та підвищує енергоефективність. Окрім того, мікрохвильовий піроліз досить простий у використанні, дозволяє швидко і точно контролювати «старт/стоп» реакції та покращує вихід і якість продуктів піролізу.

Мікрохвилі знаходяться між ІЧ- і радіочастотами в електромагнітному спектрі. Найпоширеніші мікрохвильові частоти становлять 915 МГц і 2,45 ГГц (більшість побутових мікрохвильових печей). Мікрохвильове нагрівання відбувається за принципом перетворення мікрохвильового електромагнітного випромінювання в теплову енергію. Таким чином, мікрохвилі можуть проникати крізь твердий матеріал і здійснювати об'ємне нагрівання [3].

До параметрів, які визначаються під час мікрохвильового піролізу біомаси, можна віднести розмір частинок, температуру реакції, мікрохвильову потужність та час витримки. Зазначається, що температура реакції впливає на склад продукту будь-якого методу термохімічної конверсії, не виключаючи і мікрохвильовий піроліз. В свою чергу, температура реакції і швидкість нагріву пов'язані з мікрохвильовою потужністю. Збільшення потужності дозволяє передавати більше тепла біомасі, таким чином, збільшуючи вихід біовугілля.

Хімічний склад біомаси, головним чином наявність лігноцелюлозних компонентів, відіграє переважну роль у виробництві біочару. Відомо, що геміцелюлоза розкладається при температурі 200 – 260 [4], целюлоза при 240 – 350, а лігнін – при 280 – 500. Оскільки сільськогосподарські відходи характеризуються високою наявністю лігноцелюлозних з'єднань, це робить їх прекрасною сировиною для виробництва біочару.

Швидкість нагрівання біомаси може варіюватися від $0,1^{\circ}\text{C}$ до $\geq 1000^{\circ}\text{C}/\text{c}$ і значно впливає на вихід кінцевого продукту. Швидке нагрівання, від 10 до $200^{\circ}\text{C}/\text{c}$, спричиняє утворення рідких та газоподібних продуктів (синтез-га і біо-масло). Дещо нижчі температури, а також більш однорідне та селективне нагрівання, що забезпечує мікрохвильовий піроліз, призводять до утворення біочару достатньо високої якості. Виходячи з цього, для отримання якісного біовугілля треба застосовувати повільне нагрівання в мікрохвильовій печі.

Численні дослідження доводять, що біочар, вироблений за допомогою мікрохвильового піролізу, має набагато кращі характеристики в порівнянні з біочарами традиційного методу виробництва, оскільки останні є більш крихкими через спосіб нагрівання і температурні градієнти, що утворюються при звичайному піролізі. Біочар, отриманий мікрохвильовим піролізом має більшу площу поверхні та об'єм пор, мікропори є більш однорідними та чистими від продуктів розкладання. Завдяки цим властивостям біочару, він має високу сорбційну здатність, та обумовлюється перспективність використання біовугілля в якості добавки до компосту, оскільки саме пористість може забезпечити високу іммобілізацію мікроорганізмів, що приймають участь у розкладанні органічних решток, на поверхні біочару, таким чином покращуючи і пришвидшуючи перебігання процесів розкладання у компості. А такий компост з біочаром, після зброджування, може використовуватися як добриво, що потенційно може допомогти очистити ґрунт від важких металів.

Підсумовуючи вищезазначене, технологія мікрохвильового піролізу є альтернативою для традиційних методів і має багато переваг, як і з огляду енерго- та екоефективності, так і з огляду продукції більш якісного біочару з кращими характеристиками. Використання такого виду піролізу може допомогти зменшити кількість сільськогосподарських відходів, завдяки виробництву продукту з доданою вартістю – біочару, який в свою чергу має великі перспективи у застосуванні.

Література

1. Державна служба статистики України: [Веб-сайт]. 2024. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 18.03.2024).
2. Zhu, Lei, Lei, Hanwu, Wang, Lu, Yadavalli, Gayatri, Zhang, Xuesong, Wei, Yi, Liu, Yupeng, Yan, Di, Chen, Shulin, Ahring, Birgitte. (2015). Biochar of Corn Stover: Microwave-assisted Pyrolysis Condition Induced Changes in Surface Functional Groups and Characteristics. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2015.07.012>
3. Ren, Shoujie, Hanwu Lei, Lu Wang, Quan Bu, Shulin Chen, Joan Qiong Wu, James L. Julson and Roger R. Ruan. (2012). "Biofuel production and kinetics analysis for microwave pyrolysis of Douglas fir sawdust pellet." *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 94. 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2011.12.004>

4. Gírio, F.M., Fonseca, C., Carvalheiro, F., Duarte, L.C., Marques, S. and Bogel-Lukasik, R. (2010) Hemicelluloses for Fuel Ethanol: A Review. *Bioresource Technology*, 101, 4775-4800. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.088>

УДК 66.017:546.182

МІКРОХВИЛЬОВЕ СПІКАННЯ ЯК НОВА ОБЛАСТЬ ОБРОБКИ ТА СИНТЕЗУ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кравченко Є.О.

Одеський національний технологічний університет

Завдяки своїм перевагам, кераміку широко вивчали, продавали та використовували, починаючи з різноманітної сировини та володіючи специфічними характеристиками для експлуатації в різних середовищах. У керамічній промисловості, а також у порошковій металургії спікання є одним із найважливіших технологічних процесів і розвивається вже понад 70 років. Це відбувається, коли упаковані частинки нагріваються до температури, за якої є достатній рух атомів для розвитку зв'язків між частинками.

Рушійною силою процесу є поверхневий натяг частинок, що призводить до мінімізації площі поверхні. Спікання в основному залежить від типу матеріалу, що розглядається, його температури плавлення, розміру частинок (об'єм, поверхня) і кількох інших параметрів обробки. Основні механізми процесу включають зернограничну дифузію, в'язкий потік, випаровування та повторну конденсацію. Умови спікання визначають розвиток мікроструктури для забезпечення фізико-механічних і хімічних властивостей, необхідних для керамічного тіла.

Спікання глинистої сировини в твердому стані за допомогою традиційної термічної обробки вже давно розглядається для розробки різних керамічних матеріалів і традиційно є переважною технологією виробництва промислової кераміки. Мікрохвильові процеси можуть підвищити ефективність ущільнення та значно скоротити тривалість циклу обробки для швидкого та рівномірного нагрівання, особливо товстих керамічних матеріалів, що призводить до значної економії енергії та витрат. Отже, існує достатня мотивація для сприяння використанню мікрохвиль при спіканні різноманітної кераміки, а також склокераміки, нанокераміки та біокераміки, а також для дослідження впливу умов мікрохвильового спікання на мікроструктуру, фазовий склад і властивості вироблених матеріалів у порівнянні зі звичайними спеченими матеріалами.

Аналізуючі результати сучасних досліджень мікрохвильового спікання технічної кераміки та результатів впровадження мікрохвильової технології, можна зробити наступні висновки:

Мікрохвильове спікання стає новою областю обробки та синтезу керамічних матеріалів і, здається, є потужним методом спікання вдосконаленої кераміки за короткий час.

Вже досягнуто значного прогресу в застосуванні та комерціалізації мікрохвильової технології, зокрема у спеціальній обробці кераміки.

Порівняння зі звичайним спіканням виявляє ряд переваг мікрохвильової обробки з точки зору мікроструктурного дизайну та фізико-механічних властивостей.

Увімкнено швидке нагрівання з прискореним ущільненням, у той час як надмірне укрупнення зерна обмежено, що призводить до більш високої щільності та однорідної та дрібнозернистої мікроструктури з покращеними механічними характеристиками.

Завдяки мікрохвильовому спіканню керамічних матеріалів можна уникнути значних температурних перепадів між поверхнею та внутрішньою поверхнею, які часто виникають

під час звичайного спікання керамічного тіла при високих швидкостях нагрівання, що особливо важливо для виготовлення високоякісних керамічних виробів великих розмірів.

Розподіл електромагнітного поля, взаємодія між мікрохвилями та матеріалом, механізми теплопередачі та перетворення матеріалу виявляються критичними для оптимізації процесу.

Науковий керівник: Бошкова І.Л., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет

УДК 666.1.031

ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОБОТИ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

Шаповалов Д.В., Щербатюк О.Я.
Одеський національний технологічний університет

Виробництво скла і скловиробів є однією з найбільш енергоємних галузей промисловості, при цьому до 80% паливно-енергетичних ресурсів витрачається безпосередньо на процес скловаріння [1].

Теоретично для отримання 1 т скломаси потрібно 2,85 ГДж енергії, але промисловість споживає набагато більше через втрати, які пов'язані з неефективністю роботи скловарних печей. У середньостатистичній газополум'яній печі до 30–40% енергії йде на нагрівання шихти та забезпечення необхідної температури для перебігу реакцій силікато- та склоутворення. Близько 20% енергії втрачається через огорожувальні конструкції печі, 30–40% відходять з димовими газами. У результаті для одержання 1 т скломаси витрачається до 9,1 ГДж енергії [1].

У рекуперативних скловарних печах для регенерації тепла використовують металеві теплообмінники, що забезпечують підігрів повітря до 800 ... 850 °С.

У печах з кисневим продуванням повітря для горіння палива замінюється киснем, при цьому скорочуються теплові втрати за рахунок зменшення об'єму відпрацьованих газів на $\frac{2}{3}$. Димові гази на виході з печі мають температуру - 1200 ... 1300 °С.

Використання склобою при варінні скла може суттєво знизити споживання енергії на всіх типах печей. Частина склобою, що вводиться зазвичай, знаходиться в діапазоні від 10 до 25%. Для плавлення склобою витрачається менше енергії, ніж для сировинних матеріалів шихти, оскільки в ньому вже пройшли ендотермічні реакції. Таким чином, збільшення частки склобою дозволяє заощадити енергетичні ресурси.. Вважається, що кожні додаткові 10% склобою призводять до зниження споживання енергії піччю на 2,5...3,0% [2].

Інтенсифікація процесів скловаріння за рахунок підвищення температури варіння на даний момент практично повністю вичерпана і обмежується температурою використання вогнетривів.

Гідродинамічні способи інтенсифікації процесу скловаріння пов'язані з перемішувачим впливом і спрямовані на прискорення взаємодії компонентів у розплавах та гомогенізацію скломаси. Рух скломаси в скловарній печі супроводжується тепломасопереносом, що визначає інтенсивність всіх стадій скловаріння [1]. В результаті оптимізації гідродинамічної картини скловарної печі тієї чи іншої конструкції можливо без істотних капітальних та поточних витрат значно підвищити не тільки ефективність самої скловарної печі, але і якість одержуваної скломаси. В цьому напрямку прихований великий потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення конструкцій та параметрів роботи скловарних печей.

Література

1. Жученко А. І. Моделювання теплового режиму скловарної печі / А. І. Жученко, В. О. Романенко // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2011.– №1(11).
2. Яцишин Й. М. Технологія скла: підручник у трьох частинах. – Ч. 2 : Технологія скляної маси / Й. М. Яцишин. – Львів : Видавництво «Бескид Біт», 2004. – 250 с.

УДК 66.017

ТЕПЛОМАСООБМІН ПРИ МІКРОХВИЛЬОВІЙ ОБРОБЦІ ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ

Борець С. О.

Одеський національний технологічний університет

Важливе значення має передбачення тепло- і водного масообміну для проектування обладнання, оптимізації процесів і розрахунку ефективності видалення забруднення. Однак перенесення теплоти і маси відбувається одночасно в ґрунтах, що опромінюються мікрохвильовою енергією, і ці два явища сильно пов'язані. Існують кілька пов'язаних досліджень до одночасного тепломасообміну при сушінні матеріалу завдяки мікрохвильовій енергії. Ликов (1966) розробив пов'язану модель тепло- і вологопереносу, засновану на нерівноважній термодинаміці. Однак застосування його моделі обмежена труднощами у визначенні параметрів моделі, оскільки різні механізми, такі як дифузія та конвекція були враховані разом. Вітакер та його колеги (Whitaker 1977; Whitaker and Chou 1983; Chen and Whitaker 1986) розробили теорію, яка складається з набору пов'язаних, усереднені за обсягом рівняння переносу температури і вологомісткості. Однак їх модель не була застосована до мікрохвильового нагріву матеріалів. Модель передбачила локальну концентрацію вологи, густину газу та градієнт тиску за часом. Однак їхня модель не розглядала зміни вмісту води та температури.

Процес випаровування води в порах ґрунту за допомогою мікрохвильового нагрівання певною мірою відрізняється від інших процесів сушіння матеріалу. У цьому процесі мікрохвильова енергія поглинається безпосередньо водою, оскільки ґрунти здебільшого прозорі для мікрохвиль. Діелектричні та теплові властивості системи змінюються залежно від вмісту води, температури та часу. Зміни локального вмісту води та температури суттєво впливають на діелектричні властивості та, отже, на розподіл електромагнітного поля. Іншими словами, теплообмін, масообмін та електромагнітні поля тісно пов'язані. Нічого не відомо про дослідження випаровування води в пористому ґрунтовому середовищі за допомогою технології мікрохвильового нагрівання, яка враховує зміни властивостей, залежні від часу. Однак, щоб змоделювати перенесення забруднення з ґрунту, спочатку необхідно описати випаровування води.

Пряме і точне вимірювання температури зразків ґрунту під час мікрохвильового нагрівання важко здійснити без порушення мікрохвильового поля. Зазвичай потрібен вдосконалений пристрій для вимірювання температури, наприклад оптоволоконний зонд. Використання звичайних екранованих термопар або терморезисторних зондів може порушити мікрохвильові поля і, як наслідок, місцеву швидкість нагріву та температуру. Такого оптоволоконного зонда не було, тому температуру вимірювали наступним чином. Після заданого інтервалу безперервного мікрохвильового опромінення мікрохвильову потужність вимикали та швидко реагувала термопара.

Встановлено, що швидкість дифузії водяної пари набагато менша, ніж конвекція водяної пари всередині ґрунтової матриці.

Крім того, існують і відкриваються мікропори досить малого розміру для значного зниження тиску пари над рідиною в порах (рис. 1). Так, загальний термодинамічний тиск у газі над рідиною в макропорах весь час близький до атмосферного; тобто швидкість пари, що виходить через канали макропор, низька, що призводить до відносно невеликих перепадів тиску. Однак рідина всередині мікропор піддається капілярному підвищенню тиску.

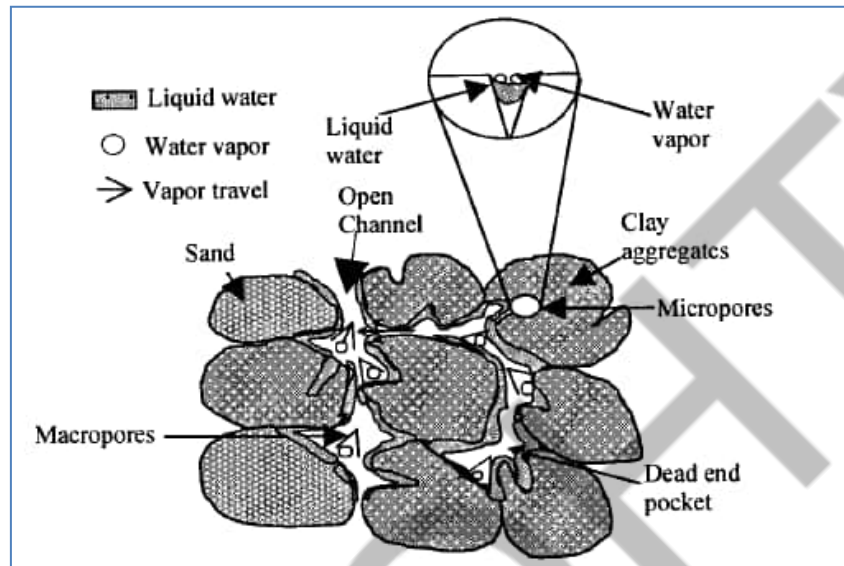
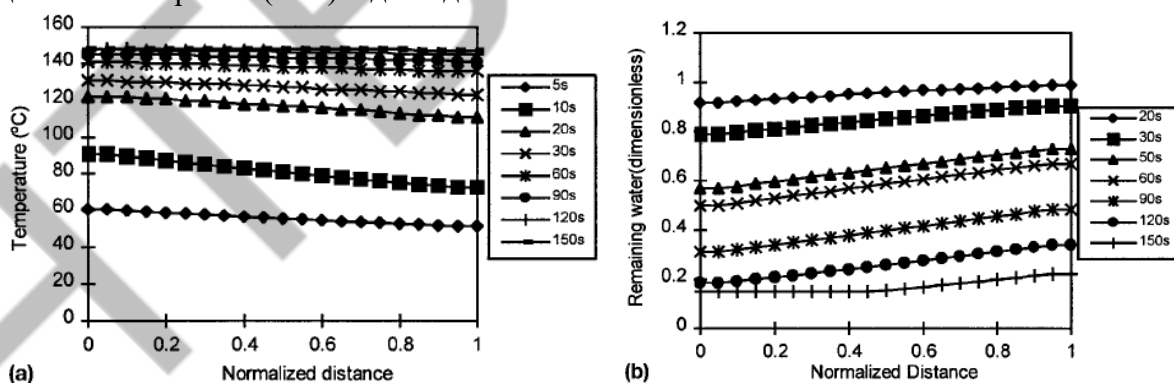


Рис. 1 – Концептуальна схема процесу випаровування води з ґрунту

Таким чином, фактичний тиск пари над рідкою водою, що міститься в мікропорі, при даній температурі нижчий, ніж для плоскої поверхні рідини. Припускається, що залежність тиску пари від температури рідкої води в мікропорах відповідає зростанню капілярного тиску плюс атмосферний тиск.

Для заданого випадку глибини ґрунту 4 см і ефективної мікрохвильової потужності 200 Вт розподіли температури та залишкової води в ґрунті за різних часів нагрівання представлені на рис. 2 (а і б) відповідно.



Можна побачити, що на початку процесу нагрівання, особливо перед досягненням точки кипіння, існує більша різниця температур по глибині стовпа ґрунту. Зі збільшенням часу нагрівання градієнт температури зменшується. Розподіл залишкової води в ґрунті з часом нагрівання також поводить подібним чином, але з інвертованою схемою.

Науковий керівник: Бошкова І.Л., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет

СЕКЦІЯ 3

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА, НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

АНАЛІЗ РАНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ

Сагала Т.А., к.т.н., доц., Сагала В.В., здобувач вищої освіти
Одеський національний технологічний університет

Природний газ відіграє ведучу роль в споживанні первинної енергії в Україні, його частка в енергобалансі становить близько 30%. Таким чином природний газ є важливою складовою економіки України та енергоспоживання.

Проведений збір статистичної інформації і представлений аналіз ринку природного газу в Україні [1, 2, 3, 4, 5]. Розглянемо обсяги видобутку природного газу (рис. 1).

З моніторингових даних транснаціональної нафтогазової компанії British Petroleum [2] бачимо, що в 2021 р. Україна вийшла на третю позицію з видобутку природного газу серед країн Європи, поступаючись тільки Норвегії та Великій Британії. В 2022 р. року видобуток природного газу в Україні знизився на 6% у зв'язку з повномасштабним вторгненням. Вже у 2023 р. компанії змогли показати збільшення обсягів видобутку газу, передусім державні. Розподіл видобутку між компаніями [5]:

АТ «Укргазвидобування» залишається найбільшою газовидобувною компанією країни. Компанія у 2023 р. видобула понад 13,9 млрд. куб. м валового природного газу, на 5% більше, ніж минулого року:

ПАТ «Укрнафта» у 2023 р. збільшила видобуток природного газу на 6% - до майже 1,1 млрд.куб.м. Початок буріння нових свердловин та проведення сервісних робіт на діючих свердловинах допомогло збільшити обсяги видобутку газу після падіння минулого року.

Приватні компанії, навпаки, скоротили обсяги видобутку природного газу в 2023 р. майже на 14% – до 3,7 млрд. куб. м. Скорочення обсягів видобутку приватними компаніями пов'язано як з труднощами реалізації газу на внутрішньому ринку в умовах слабого попиту та заборони на експорт газу, так і з зупинкою деяких спецдозволів.

В 2023 р. Україна видобула понад 18,7 млрд. куб. м природного газу, як свідчать розрахунки консалтингової компанії ExPro [4]. У порівнянні з минулим роком видобуток газу зріс на 0,9% – з 18,5 до 18,7 млрд. куб. м.

Загалом видобуток природного газу в Україні протягом останніх років перебуває на рівні 20,0 млрд. куб. м.

Переходимо до обсягів споживання (рис.2). Протягом останніх двадцяти років не можна стверджувати, що Україна стабільно збільшувала обсяг власного видобутку газу, однак, вона значно знизила його споживання після серії газових конфліктів та початку війни в 2014 році.



Рисунок 1 – Обсяги видобутку природного газу в Україні

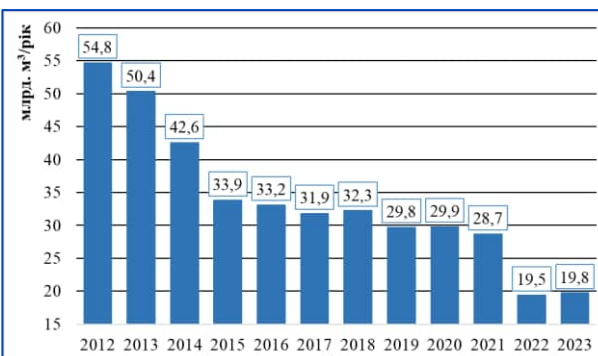


Рисунок 2 – Обсяги споживання природного газу в Україні

Споживання газу населенням та промисловістю в 2022 р. впало до 19,5 млрд. куб. м. Таке різке зниження споживання є результатом того, що мільйони українців стали біженцями, а багато об'єктів промисловості було втрачено або опинилися на окупованих територіях, також більшість великих промислових підприємств припинили свою роботу. Але в 2023 році споживання газу збільшилось до 19,8 млрд. куб. м.

На рис. 3 представлена забезпеченість споживання власним газом. Зрозуміло, що ситуація за останні 10 років значно змінилась. В 2022 та 2023 рр. Україна забезпечила себе власним газом більш ніж на 90%. На перший погляд статистичні дані свідчать про те, що Україна спроможна забезпечити себе власним газом і відмовитись взагалі від імпорту газу, але насправді це не так, дана ситуація обумовлена війною. Після закінчення війни і в період становлення країни споживання газу буде збільшуватись і Україна знов повинна буде імпортувати газ, якщо навіть будуть збільшені обсяги видобування газу, це не покриє необхідний попит.

Оскільки видобування природного газу в Україні не повністю перекриває потреби, відповідно, для України важливим залишається питання імпорту природного газу (рис. 4). До 2015 р. основним напрямком імпорту був східний кордон України. Починаючи з 25.11.2015 року Україна припинила імпорт через цей напрямок [5].

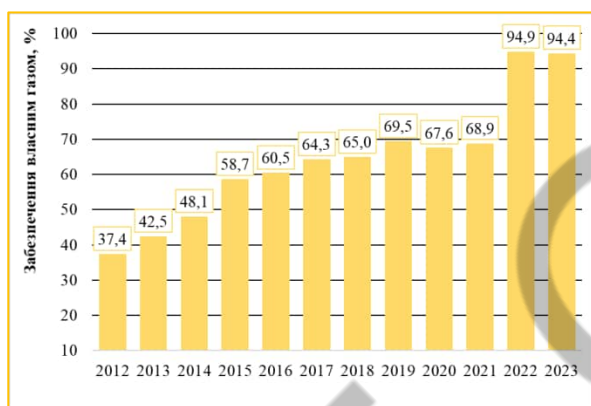


Рисунок 3 – Забезпеченість обсягів споживання природного газу власним видобутком

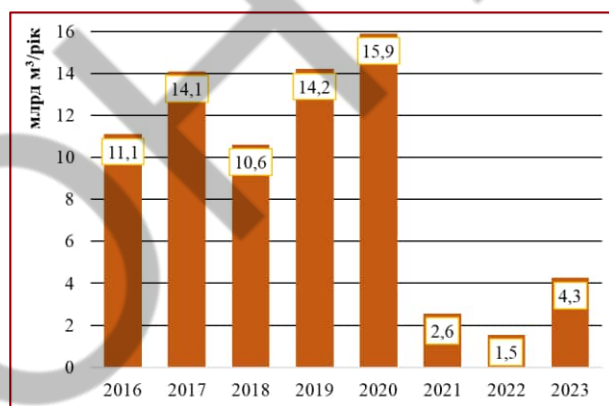


Рисунок 4 – Динаміка імпорту природного газу в Україну за період з 2016 по 2023 рр.

З 2016 по 2022 рр. імпортований природний газ заходив в Україну лише через європейські країни, а саме через Словаччину (точка входу Будінце), Угорщину (точка входу Берегдароц) та Польщу (точка входу Германовичі). В 2022 та 2023 рр. блакитне паливо імпортувалось також з Молдови.

У 2023 р. з ЄС та Молдови до України надійшло понад 4,3 млрд. куб. м природного газу. Словацький напрям зберіг лідерство в надходженнях природного газу до України – понад 1,8 млрд. куб. м або 42% від загальних обсягів. З Угорщини надійшло 1,3 млрд. куб. м. (31 %), з Польщі – 602 млн. куб. м (14 %) та з Румунії через Молдову – 550 млн. куб. м (13 %) [5].

Питання забезпечення природним газу в нашій країні найближчі роки залишаться актуальним.

Література

1. Державної служби статистики України. <https://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Український сайт про фінанси та інвестиції «Мінфін» <https://index.minfin.com.ua/>
3. Сайт транснаціональної нафтогазової компанії «British Petroleum» <https://www.bp.com/>

4. Сайт провідної консалтингової компанії Exploration&Production Consulting (EXPRO)
<https://expro.com.ua/>

5. Офіційний сайт ТОВ «Оператор ГТС України» <https://tsoua.com>

УДК 622.692.6

ВИБІР ТРАСИ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ ПО ЕНЕРГЕТИЧНОМУ КРИТЕРІЮ

**Писаревський І. О., студент СВО «Магістр»
Одеський національний технологічний університет**

Проектування траси нафтопроводу це цілеспрямований процес якій включає в себе операцію вибір. Саме вибір реалізує підпорядкованість всієї діяльності мети прокладання траси. Вибір – це уміння приймати найкращі рішення; – це ухвалення рішення як дії над безліччю альтернатив за допомогою критерія переваги. В якості критерію переваги пропонується використовувати енергетичний критерій. Найбільший інтерес при проектуванні та експлуатації магістрального нафтопроводу (МН) становлять дослідження з мінімізації енергоспоживання. Витрати на оплату електроенергії при транспортуванні нафти магістральними трубопроводами становлять 35 % – 40 % від загальних експлуатаційних витрат. Найважливішим завданням експлуатації устаткування є скорочення витрат.

Під час проектування необхідно розраховувати майбутнє енергоспоживання МН. Необхідно знати з яких джерел та в якій кількості брати електроенергію для роботи потужних (до 8 МВт) приводів нафтових насосів. До нафтоперекачувальних станцій підводять лінії електропередач з напругою від 35 кВ до 220 кВ. Електропідстанції при НПС забезпечують електроенергією обладнання від двох незалежних джерел живлення. Вибір одиначної потужності понижуючих трансформаторів з 35÷220 кВ до 6÷10 кВ розподільчих пристроїв виробляють з урахуванням забезпечення максимальної споживаної потужності НПС, що відповідає проектній пропускній здатності трубопроводу. Також враховують оперативні перемикання насосних агрегатів (пуск резервного, а потім зупинення робочого). При проектуванні передбачають заходи щодо забезпечення безперебійної роботи НПС за короткочасних перерв електропостачання. Перерви викликають короткі замикання, дії автоматичного повторного включення або включення резерву, заходи щодо забезпечення пуску та самозапуску насосних агрегатів у мінімальному та максимальному режимах роботи енергосистеми. Для електропостачання обладнання підвищеної надійності передбачають на НПС наявність третього незалежного джерела живлення. Як третє джерело живлення застосовують автоматизовані дизельні електростанції.

Критерій для визначення енергоспоживання є основою для прийняття норм витрат при проектуванні і експлуатації магістрального нафтопроводу і прийнятті рішень. Норма витрати електроенергії на транспорт нафти – це планова величина споживання електроенергії на одиницю транспортної роботи; вона вимірюється в кіловат-годинах на 1000 тонно-кілометрів вантажообігу (кВт·год/1000 тн·км) і є основним показником. Накопичений досвід проектування та роботи нафтопровідного транспорту є базою для проектування майбутніх більш енергоекономічних МН. Досвід планування витрати електроенергії та контроль за її споживанням дозволяє розрахувати енергоспоживання. Норма витрати електроенергії на транспорт нафти враховує майбутні витрати на основні та допоміжні технологічні процеси, на власні потреби виробництва та технічні втрати у мережах та перетворювачах. Норма визначається індивідуально для кожного нафтопроводу, виходячи із запланованих умов експлуатації. Основою розрахунку норми витрати електроенергії є нормативні коефіцієнти.

До складу нормативних коефіцієнтів входять: нормативні коефіцієнти корисної дії насосних агрегатів, які встановлюються за типами насосних агрегатів; нормативні коефіцієнти використання трубопроводів, що встановлюються за нафтопроводами.

Нормативні коефіцієнти корисної дії насосних агрегатів визначають за їх номінальної продуктивності і встановлюють для певних умов експлуатації МН. При розробці коефіцієнтів корисної дії насосних агрегатів використовують паспортні характеристики насосів, навантажувальні характеристики електродвигунів, дані індивідуальних випробувань, досвід експлуатації аналогічних насосних агрегатів.

Нормативний коефіцієнт використання трубопроводу - це відношення розрахункової втрати тиску на тертя при переміщенні потоку до нормативної втрати тиску на реальному нафтопроводі. Нормативна втрата напору обумовлена прийнятим перепадом тисків і перепадом геодезичних позначок наприкінці та на початку ділянки між нафтоперекачуючими станціями. Основою для розробки нормативних коефіцієнтів використання трубопроводів є база дослідних даних. База отримана на нафтопроводах, що діють залежно від діаметра труб, умов експлуатації та застосування прогресивних технологій.

При проектуванні нафтопроводу розглядають різні варіанти. Змінюють: діаметри труб, трасу, кількість НПС, типи станційного обладнання та інше. В результаті вибирають варіант нафтопроводу з найменшими нормами енергії на перекачування нафти.

Нормативні коефіцієнти корисної дії насосних агрегатів визначають за їх номінальними продуктивностями. Вони визначаються за формулою:

$$\eta_{\text{агр}} = \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{всп}} \quad (1)$$

де $\eta_{\text{н}}$ – ККД насоса при номінальній продуктивності, частки;

$\eta_{\text{дв}}$ – ККД двигуна, приймається постійним для кожного типу, частки;

$\eta_{\text{всп}}$ – частка втрат в електричних мережах, перетворювачах та втрат на допоміжні потреби насосних станцій - освітлення, вентиляцію, привід допоміжних механізмів, обдування електродвигунів.

Розмір коефіцієнта використання трубопроводу $\eta_{\text{тр}}$ розраховується за формулою:

$$\eta_{\text{тр}} = h_{\text{теор}} / \left(\frac{P}{\rho \cdot g} - \Delta z \right) \quad (2)$$

$h_{\text{теор}}$ – розрахункова втрата капора по довжині нафтопроводу, м; Розрахункова формула визначення втрат напору є для турбулентного режиму руху рідини у зоні гідравлічно гладких труб.

P – нормативний перепад тисків – різниця тисків на початку та в кінці ділянки трубопроводу, Па ;

ρ – щільність нафти, кг/м³;

Δz – різниця геодезичних відміток висот кінця та початку трубопроводу, м.

Норми витрати електроенергії розробляють для кожного нафтопроводу, виходячи з нормативних коефіцієнтів, масової швидкості потоку і характеристики нафтопроводу, що враховує його геометричні параметри і фізичні властивості нафти. Норми H' розраховуються за формулою:

$$H' = k_3 \cdot D \cdot U^{7/4} / (\eta_{\text{агр.н}} \cdot \eta_{\text{тр.н}}), \text{ кВт} \cdot \text{год} / (1000 \text{т} \cdot \text{км}) \quad (3)$$

де $\eta_{\text{агр.н}}$ – нормативний коефіцієнт корисної дії насосних агрегатів;

$\eta_{\text{тр.н}}$ – нормативний коефіцієнт використання трубопроводу;

k_3 – експлуатаційний коефіцієнт;

U – масова швидкість потоку, т/(м²·год);

D – характеристика нафтопроводу, що враховує його геометричні параметри та фізичні властивості нафти, (кВт·год)·м^{14/4}·год^{7/4} / (1000т·км)·т^{7/4}.

Під час проектування нафтопроводу розглядаються різні варіанти. Варіюються: діаметри труб, траса, число НПС, типи станційного обладнання та інше. В результаті вибирається варіант нафтопроводу з найменшими нормами енергії на перекачування нафти (Н').

Науковий керівник – Кологривов М. М. к.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет

УДК 621.575

РОЗРОБКА АБСОРБЦІЙНИХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІВ МАЛОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ІЗ СОНЯЧНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Пономарев К.М.

Одеський національний технологічний університет

Протягом століть людство використовувало різні системи охолодження. З минулого століття до сьогоднішнього дня системи компресійного охолодження використовуються в усьому світі для задоволення широких соціальних потреб у консервації продукції та кондиціонуванні приміщень. Проте в останні десятиліття ці системи привернули увагу через вплив на довкілля їхнього невикорочого використання, передусім пов'язаного з їх високим енергоспоживанням та прямим і непрямим внеском у глобальне потепління.

В даний час пропонуються різні альтернативи традиційним системам охолодження. Однією з технологій, що пропонує деякі привабливі переваги в порівнянні з ними, є абсорбційні термотрансформатори (АТТ), які використовують низькопотенційне тепло як основне джерело енергії. Таким чином, джерела енергії, такі як сонячна, геотермальна енергія та промислове тепло, демонструють значний потенціал для охолодження виробництва за допомогою абсорбційних систем.

На додаток до свого привабливого потенціалу, АТТ дає можливість використовувати природні холодоагенти, такі як вода або аміак, які, на відміну від деяких холодоагентів, що використовуються в системах стиснення, мають менший потенціал глобального потепління або руйнування озону або взагалі його не мають. Ще однією перевагою натуральних холодоагентів перед синтетичними є їх економічність та широка доступність.

Ці властивості в сукупності роблять АТТ привабливою альтернативою за наявності низькотемпературного джерела тепла. Незважаючи на описані переваги, одним із найбільш суттєвих недоліків цих систем є їхня менша ефективність у порівнянні з системами стиснення. У зв'язку з цим в останні десятиліття значна частина досліджень АТТ була зосереджена на підвищенні їхньої продуктивності за допомогою різних стратегій, включаючи, серед іншого, проектування компонентів з використанням методів чисельного моделювання, оптимізації умов експлуатації, динамічного аналізу, нові робочі рідини, удосконалені цикли та інші дослідження.

Як перспективний об'єкт для вирішення завдань автономного охолодження невеликих об'єктів було обрано схему бромистолитиевого термотрансформатора американської фірми «Arkla», яка спочатку була розроблена для роботи в системах домашнього кондиціонування повітря. Принципову схему такої установки наведено на рис.1.

У схемі водяна пара і міцний розчин з кип'ятильника 7 потрапляє в сепаратор 9. Міцний розчин по трубі 11 через теплообмінник 5 надходить по трубі 16 в абсорбер 2, а водяна пара направляється по трубі 10 в конденсатор 1. Утворюється в конденсаторі дистилат випарник, де в процесі кипіння при низькому тиску виробляє штучний холод. Далі водяна пара надходить до абсорберу, в якому поглинається міцним розчином. Слабкий

бромистолітійевий розчин, що утворюється, стікає в нижню частину апарату і по трубах 4 і 6 надходить назад в кип'ятильник.

Температура конденсації в такому термотрансформаторі лежить в діапазоні 40...45 °С, а кипіння 5...10 °С. Відповідно до цього максимальний перепад тисків між конденсатором і випарником, а також кип'ятильником і абсорбером не перевищує 600...700 мм. рт.ст. Вказана різниця тисків достатня для здійснення циркуляції за рахунок різниці густин парорідкісного потоку в кип'ятильнику та холодного слабкого розчину в абсорбері.

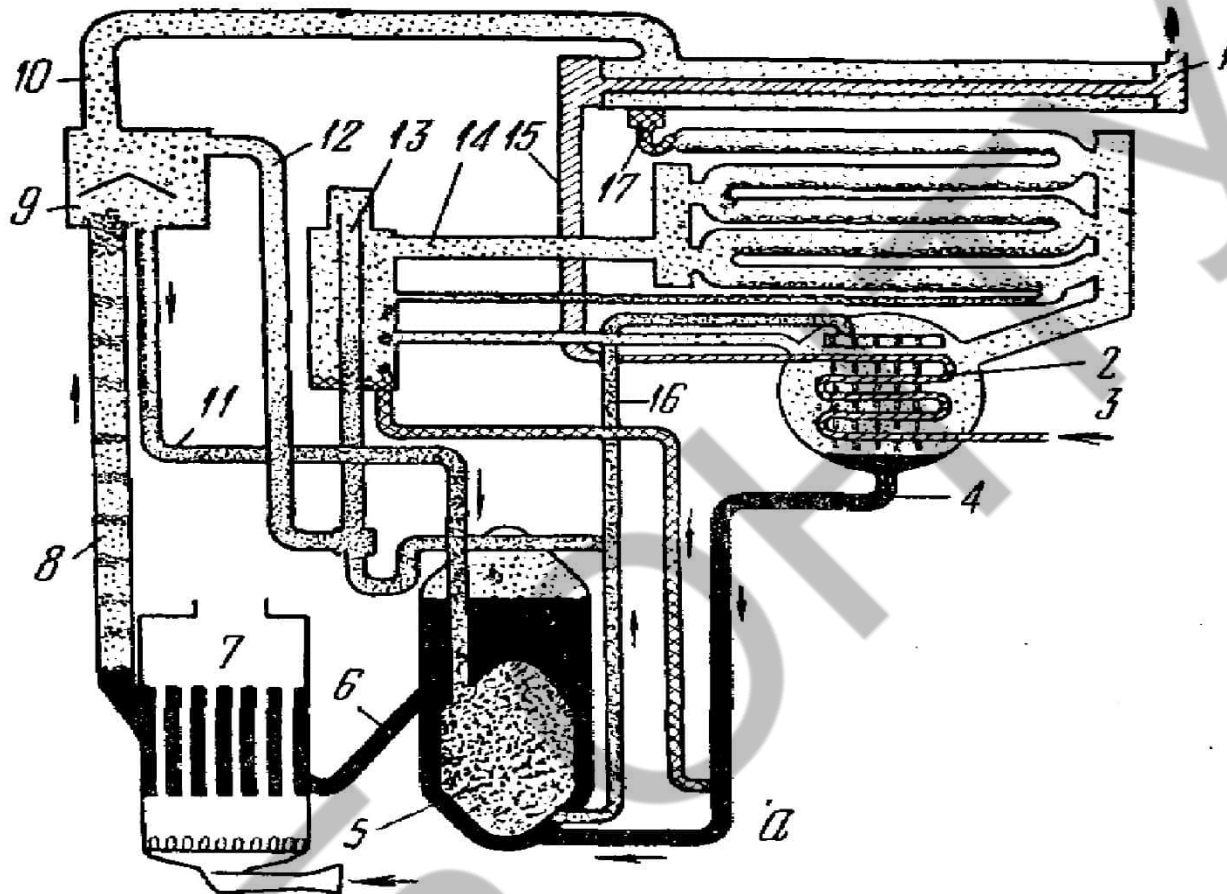


Рис.1 – Принципова схема установки «Arkla»

Проведений термодинамічний аналіз такої схеми показав, що для ефективної роботи такої схеми в системах з альтернативними джерелами поновлюваних теплової енергії з температурами до 100 °С слід звернути особливу увагу на кип'ятильник. Кип'ятильник забезпечує як генерацію водяної пари (як холодильного агента), так і циркуляцію розчину. За попередніми оцінками, основні втрати від незворотності процесів теплообміну в кип'ятильнику становлю 60...65 %.

З урахуванням складності та взаємозумовленості процесів теплообміну та гідродинаміки при роботі кип'ятильника подальші дослідження передбачається на експериментальному стенді.

Науковий керівник: Тітлов О.С., д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет

ЕНЕРГЕТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ КОКСОВОГО ГАЗУ

Погурська А.В.

Одеський національний технологічний університет

Кокс є продуктом випікання вугілля у спеціальних печах при високих температурах, його використовують як паливо у металургії для виготовлення чавуну у доменних печах. На теперішній час коксохімічне виробництво України є не завантаженим та зазнає збитків.

Однією з особливостей сучасних великих коксохімічних заводів є наявність в складі заводу установок сухого гасіння коксу (УСГК). Кожне з цих виробництв є виробництвом підвищеної екологічної небезпеки. Сухе гасіння коксу дозволяє разом з використанням фізичного тепла розжареного коксу для отримання пари високих енергетичних параметрів підвищити якість коксу і техніко-економічні показники коксохімічного і доменного виробництва, а також істотно знизити забруднення повітряного і водного басейнів.

Коксовий газ одержується в кількості 310-340 м³ на тонну сухого вугілля. Склад і вихід коксового газу визначається головним чином температурою коксування. З камери, в якій проводиться коксування, виходить прямий коксовий газ, який містить газоподібні продукти, пари кам'яно-вугільної смоли, сирого бензолу і води. Після видалення з нього смоли, сирого бензолу, води і аміаку одержується зворотний коксовий газ, який використовується як сировина для хімічних синтезів. Крім того, коксовий газ застосовується як промислове паливо для обігрівання коксових, сталеплавильних і інших печей.

У результаті УСГК викидають гази, температури яких перевищують 1000°C, токсичні речовини, дрібнодисперсний пил вживаної сировини та інші технологічні відходи, які забруднюють навколишнє середовище. Тому переробка й експлуатація відходів цих технологічних процесів є важливим завданням, виконання якого можливе на основі використання їх теплоти у котлах-утилізаторах або при сумісній організації технологічного і енергетичного процесів в енерготехнологічних агрегатах.

Теплота, що генерується котлом-утилізатором у вигляді водяної пари, нагрітої води або нагрітого повітряного потоку, використовується в інших технологічних процесах або в когенераційних установках для виробництва електроенергії або холоду. Важливою особливістю високотемпературних виробничих газів, що відходять, в металургії є вміст у них полідисперсного винесення дрібних частинок, які знаходяться в твердому, рідкому або газоподібному стані. Це винесення утворюється в результаті виносу газовим потоком дрібних частинок шихти, окалини, розплавленого металу або шлаку.

Енергетична реалізація теплоти газів, що відходять, у котлах-утилізаторах призводить до істотного підвищення коефіцієнта використання наявної теплоти, до зниження температури винесення технологічної сировини у вигляді пилу й до можливості його уловлювання, що виключає або скорочує викиди в оточуюче середовище.

Науковий керівник: к.т.н. Волчок В.О.

Одеський національний технологічний університет

Література

1. Збиковський Є.І. Ресурсозберігаюча технологія комплексної енерго-хіміко-технологічної переробки вугілля в умовах коксохімічного виробництва. - Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2019. – 271 с.
2. Вольчин І.А. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України / І.А. Вольчин, Н.І. Дунаєвська, Л.С. Гапонич, М.В. Чернявський та інш. – К.: ГНОЗІС, 2013. – 308 с.

SEARCHING FOR WAYS TO INCREASE ENERGY PARAMETERS OF COMPRESSOR STATIONS OF MAIN GAS PIPELINES

Felonyuk S.A.

Odesa National Technological University, Odesa

The gas transportation system of Ukraine consists of a dense network of gas communications, which serve to supply gas to both domestic consumers and to transit fuel to the countries of Western Europe. For the transportation of natural gas through pipelines, gas pumping units (GPU) are installed at numerous compressor stations (CS), the energy carrier for which, in most cases, is transported natural gas. 0.5 ... 1.5% of the volume of transported gas is spent (burned) on the pumping unit drive. Therefore, the problem of minimizing fuel gas consumption in a gas pumping unit is relevant and requires careful analysis.

The efficiency of the majority of the GPU fleet currently in operation in Ukraine is in the range of 24 ... 27. Pumping costs can be reduced as follows: replacement of existing units with low efficiency by more economical ones, with an efficiency of 36% and higher; modernization of existing equipment with the use of new approaches to the organization of the processes of compression (compression) at the main compressor stations.

The situation with the replacement of existing equipment with modern equipment is associated with significant investments, on the one hand, and the uncertainty with the transit of Russian natural gas through Ukrainian gas transportation systems in the near future. More promising is the way to increase the efficiency of the GPU cycle through the use of circuits with preliminary cooling of the compressed gas.

This position is based on the following. If analyze the formula for the specific work of an ideal compressor l for 1 kg of gas, it is possible to see that it is directly proportional to the absolute temperature of the gas before compression

$$l = \frac{RT_1}{K-1} \left[1 - \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right], \quad (1)$$

where R is the individual gas constant, J/(kg·K); T_1 – absolute gas temperature before compression, K; K – the Poisson's ratio; P_1 and P_2 – the absolute gas pressure, respectively, before (at suction) and after compression, Pa.

Since the value of the suction temperature is close in most cases to $T = 300$ K, from equation (1) it is possible to conclude that with a decrease in the temperature of the suction gas by 1 °C, the work spent on compression of 1 kg of gas decreases by approximately 0,33%. Thus, a decrease in the temperature of the gas before compression by 3 °C leads to a decrease in the work required to compress and move 1 kg of gas by approximately 1 %.

In a first approximation, this conclusion, obtained for an ideal compressor, can be applied to a real compressor. The thermodynamic efficiency of diesel engines is also significantly affected by the temperature of charge air. With its increase by 10 °C, the effective efficiency decreases by about 0.5% and, accordingly, the specific fuel consumption increases.

To reduce the temperature of the charge air, it is proposed to use one and two-three-stage heat-utilizing steam-ejection refrigerating machine on a low-boiling working fluid (R142b). It is assumed that cooling systems utilize the heat of exhaust gases of combustion products.

The disadvantages of a cooling system based on steam ejection systems include the lowest energy efficiency among heat-using cooling systems and a critical dependence on changes in temperature of heating and cooling media. The authors of came to a similar conclusion when comparing the steam ejection and absorption refrigeration cycle.

If compare the absorption heaters using absorption water-ammonia refrigeration machine

OIL AND GAS INDUSTRY OF UKRAINE ATTEMPTS OF GAS SUPPLY DIVERSIFICATION

Garanin E.V., Ph.D. student, Tyshko D.P., master
Odesa National University of Technology

Liquefied natural gas (LNG) is an economical form of natural gas storage and transportation. In contrast of pipelines supply and despite of significant costs for its liquification (figure 1) [1, 2], the Global LNG market has great growth potential due to the list of advantages [3]:

- low specific transportation costs (sea transportation is the cheapest in the world), which cover the liquification process costs;
- option to quickly change a supplies volume in case of unfavorable market conditions;
- reduction of political risks due to the independence of LNG supplies from third countries;
- reduction of own gas consumption needs to 7...85 for pipelines projects;
- up to 40 % of energy used for gas liquification could be recovered during regasification process;
- LNG technology well combinates with organic synthesis technologies. It allows to utilize by-product gases generated in chemical reactors as fuel for liquefaction compressors;
- lower initial project costs than pipeline transportation. LNG production facilities can be commissioned gradually, starting deliveries after 50% of the investment has been made;
- shorter construction period, the terminal, storage facilities and other supporting infrastructure are created at the initial stage. The specific costs for LNG production will be reduced when additional processing lines are built (created);
- LNG has the best environmental performance among all hydrocarbons due to its purification before liquification process.

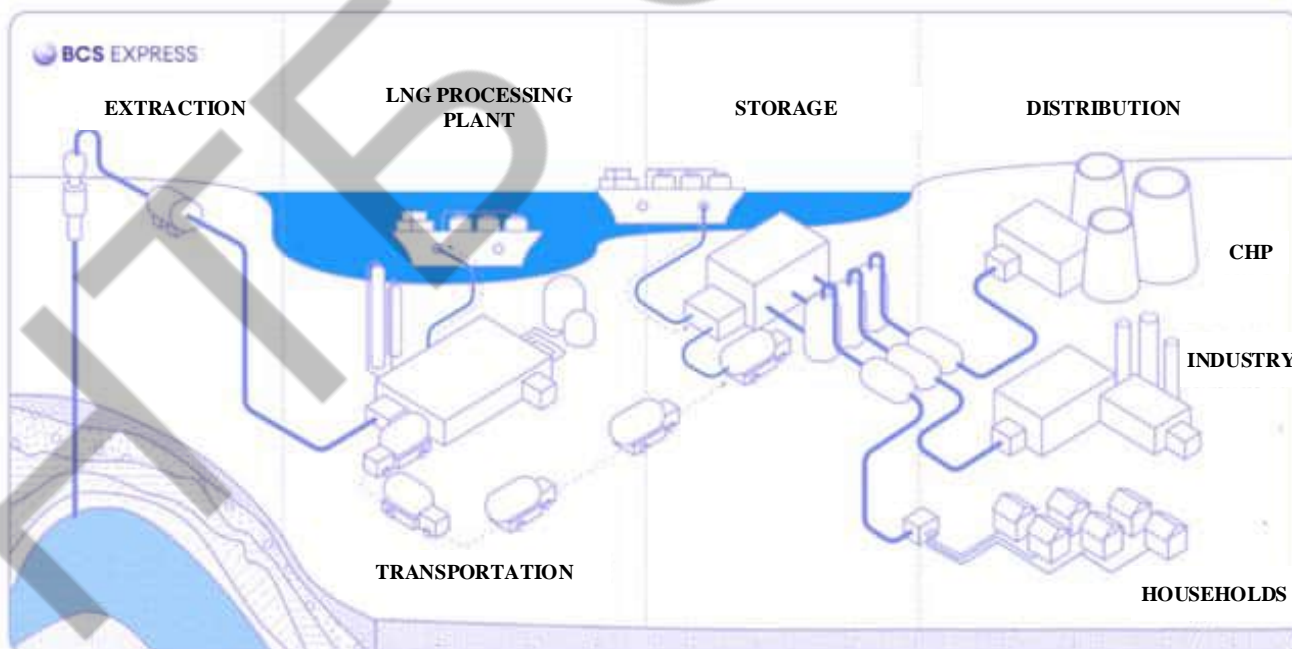


Figure. 1 – LNG production and utilization structure [3]

At present, the industry and power generation are the main gas consumers, together they cover more than 70 % of total gas consumption.

The liquefied natural gas market is currently rising. The energy crisis that erupted in Europe, which was exacerbated by the imposition of sanctions against pipeline supplies from Russia, played a significant role in this. In this way, the European Union is increasing imports of LNG from the United States, Africa, and Qatar (Figure 2).

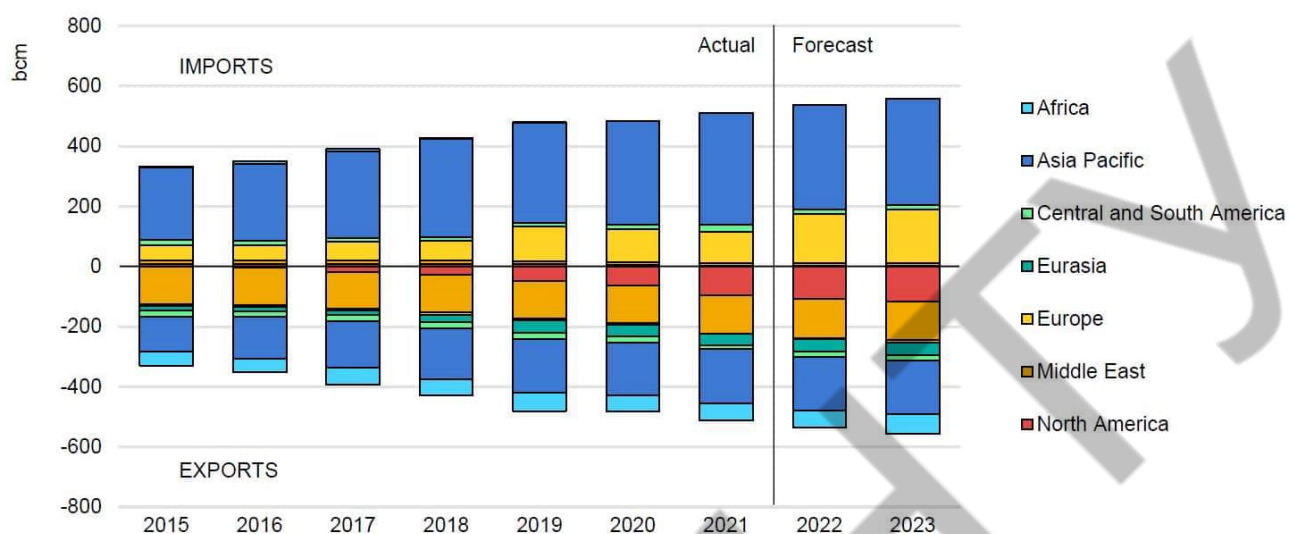


Figure 2 – LNG imports and exports by regions [4]. BCM – billion cubic meters

Qatar and Australia are the leaders of current Global LNG export market, each with a share more than 20 %. The top LNG exporters also include the USA, Russia, Malaysia, Nigeria, Trinidad and Tobago, Algeria and Indonesia. From 2020 to 2021 global LNG exports grew by 4.5% and reached the record high of 372.3 million tons [6].

As the result of LNG market expanding, the supply infrastructure is developing. New LNG terminals are under construction.

Refocusing from large volumes of LNG supplying to smaller is another trend in the European LNG market, in addition to the expansion of regasification capacities. EU consumers become more open to medium and small trades and their regasification terminals have been reconfigured and adapted to different options for further deliveries.

Oil and gas industry of Ukraine is represented by oil and gas production and processing companies. Dnipro-Donetsk, Carpathian and Black Sea-Crimean regions are the main oil and gas regions in Ukraine, also there were found various sizes of oil and gas reserves in other regions of the country.

According to experts, Ukraine has large promising areas where world-class hydrocarbons deposits (especially gas) could be discovered. However, the current economic situation of country does not allow it to invest in exploration and development of new fields.

Since 2012 several attempts have been made for diversification of natural gas to Ukraine. It was proposed to build a receiving LNG terminal for gas regasification in addition to reverse flows from Europe.

In 2012, the head of the State Investment Project, Vladyslav Kaskiv, signed a contract with a representative of the Spanish company “Gas Natural Fenosa” for building the LNG terminal in Odesa. Unfortunately, it turned out that the man, who posed as representative, had no authority to conclude agreements.

In 2015, the Ukrainian government signed the memorandum of understanding with the American company “Frontera Resources”, which planned to build the LNG terminal near Odesa for supplying gas produced in Georgia (Figure 3). However, this project did not develop either.

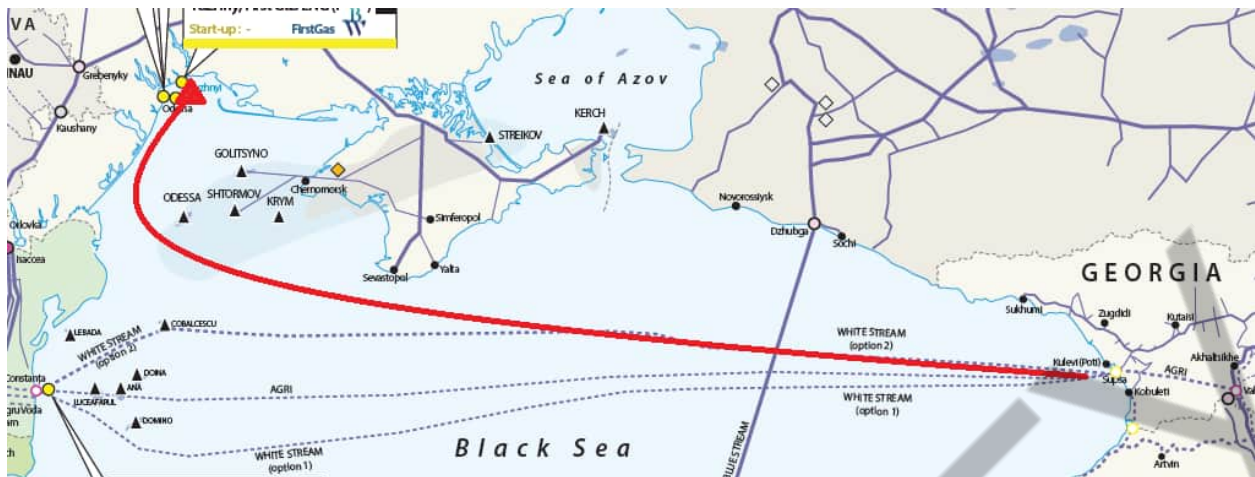


Figure 3 – LNG transportation line from Georgia to Ukraine

The third attempt was made in August 2019, when Oleksandr Danylyuk, Secretary of National Security and Defense Council, signed the third-party memorandum (Ukraine-USA-Poland) of cooperation in the energy sector in Poland. It was about creating a gas hub in Ukraine on the basis of Ukrainian underground gas storage facilities that would be filled with gas supplied by the United States of America. The governments of the USA and Ukraine agreed about supplying of 6-8 billion cubic meters of gas per year to Ukraine through LNG terminals in Poland. The project was supposed to take two - three years for implementation. It was necessary to expand the facilities for gas supplies from Poland to Ukraine, which currently can only pump no more than 2 billion cubic meters per year. However, Louisiana Natural Gas Exports, which had signed LNG purchase memorandums from the United States through a terminal in Poland, abandoned the project.

The problem of diversification has not been solved yet. This is due to the 2020-2022 pandemic and the beginning of hostilities in February 2022. However, the need of natural gas supplying to households and industry has not been lost.

Scientific adviser: Diachenko T.V., associate professor, Ph.D.
Odesa National University of Technology

LIST OF REFERENCES

1. Diachenko T.V., Artiukh V.N., Titlov A.C. Liquefied Gas – Alternative Source of Natural Gas Supply to the World’s Industrialized Regions // Холодильна техніка і технологія – 2017. – Т. 53. – № 2. – С. 49-58. doi: 10.15673/ret.v53i2.595.

УДК 621.565

ЕКОЛОГО - ЕНЕРГЕТИЧНІ ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТПВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Востріков К.С.

Одеський національний технологічний університет

Сучасні задачі щодо підвищення енергетичної ефективності систем, технологічних процесів, обладнання за рахунок зменшення витрат органічного палива, вирішуються за допомогою енергозберігаючих заходів, в тому числі технологій з утилізації вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР).

Серед всіх видів ВЕР особливе місце займають паливні ресурси, які визначаються в якості енергетичного ресурсу заміняючого натуральне паливо.

До енергетичних палив пред'являються такі вимоги: поширення і доступність, відповідний хімічний склад і теплота згорання [1]. Керуючись наведеними вимогами, твердо побутових відходів (ТПВ) можна обгрунтовано визначати енергетичним паливом, що підтверджується даними Табл.1.

Таблиця 1 – Елементарний склад та теплота згорання відсортованих ТПВ [1]

Компонент	Елементарний склад, %							Теплота згорання, $Q_{н}^p$, МДж/кг
	C ^p	H ^p	O ^p	N ^p	S ^p	A ^p	W ^p	
Відсортовані ТПВ	25,34	2,16	13,09	0,75	0,16	16,16	42,34	8,15

Таким чином, ТПВ за своїми енергетичними характеристиками ($Q_{н}^p$) не поступаються деяким видам бурого вугілля. Що стосується кількості ТПВ, то за статистикою один житель сучасного міста «виробляє» 1кг ТБО на добу, а річна «генерація» цього енергетичного ресурсу в ЄС складає 500 кг/житл. Такі показники свідчать про поширення і доступність ТПВ в якості палива.

Проблема керування відходами в країнах ЄС здійснюється за схемою від свалищ до смиттеспалювальних заводів (ССЗ), яка за даними [2] визначається найкращою технологією утилізації ТПВ. Використання цієї технології дозволяє вирішувати складну еколого-енергетичну проблему сучасності. Такий шлях утилізації відходів забезпечує виробництво електричної енергії, теплоти і зменшення звалищ, які визначаються екологічно небезпечними об'єктами. Звалища відходів забруднюють ґрунт і приземні води, виводять ґрунт з господарського використання і скорочують рекреаційний потенціал земельних ресурсів, і «забезпечує» викід великої кількості шкідливих газів до атмосфери.

Тому актуальність створення технологій, які дозволяють вирішувати комплексну еколого-енергетичну проблему шляхом утилізації ТПВ, є безперечною.

На теплотехнічні характеристики ТПВ суттєво впливають їх вологість і зольність. Відповідно даних [1], для підтримки стійкої температури горіння в топці з метою доспалювання газоподібних продуктів, а також для отримання необхідної потужності теплогенератора, потрібно використовувати додаткове органічне паливо. Розрахунки процесів горіння таких паливних сумішей дозволяють визначити умови, згідно з якими забезпечується ефективне енергетичне використання ТПВ.

Наукові дослідження і практичний досвід підтверджують перспективність використання ТПВ в якості паливного ресурсу в муніципальних системах теплоенергозабезпечення України [2].

Науковий керівник: Потапов М.Д., к.т.н., доц.
Одеський національний технологічний університет

Література

1. Колобков П.С. Використання теплових вторинних енергоресурсів в теплопостачанні. – Х.: Видавництво «Основа».1991 – 234 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛГІЧНИХ РЕЖИМІВ У ПОБУТОВИХ ПРИБАДАХ КОМБІНОВАНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ДІЇ

Дмитренко Д.В.

Одеський національний технологічний університет

Перспективним, з погляду енергозбереження, напрямом в сучасній техніці є створення побутових приладів, об'єднуючих функції холодильного зберігання і теплової обробки харчових продуктів, напівфабрикатів і сільськогосподарської сировини. Разом з тим до сьогодні відсутні не тільки розробки конструкцій комбінованих побутових холодильних абсорбційних приладів, але і рекомендації по технологічних можливостях в побуті.

Аналіз функціональних можливостей показав, що додаткова ТК може бути використана для: а) підігріву продукту до заданої температури; б) різних видів технологічної обробки, в результаті якої може бути отриманий новий продукт (сушка, в'ялення, бродіння та ін.).

Одним з найбільш поширених видів технологічної обробки харчових продуктів, вживаних в домашньому господарстві, є отримання кислого молока. Її отримують з молока, сквашеного молочнокислими бактеріями, оптимум життєдіяльності яких знаходиться в межах 30...55 °С (залежно від виду мікроорганізму). Широко поширено приготування в домашніх умовах сиру. При приготуванні кислотно-сичужного сиру пастеризоване молоко охолоджують до температури 30...34 °С і додають 5 % закваски, яку ретельно перемішують з молоком, додають в розчин хлористого кальцію і сичужного порошку. Щільний згусток, що утворився через 6...8 годин, розрізають на частини, після годинної витримки сироватку видаляють, а згусток підвішують в бязевих мішечках для самопресування.

Крім молочних і кисломолочних продуктів харчування ТК можуть бути використані для приготування тіста при випічці кулінарних виробів. Дріжджове тісто готують опарним і безопарним способами. При приготуванні опари з дріжджами змішують частину муки і води і залишають для бродіння на 2...3 години при температурі 27...30 °С.

Після цього в опару додають всі інші компоненти, що залишилися по рецептурі, замішують тісто і залишають його на 1,0...1,5 години для бродіння.

При безопарному способі всі компоненти вносять одночасно з дріжджами, після чого тісту дають бродити 3...4 години. При цьому хоча і скорочується час, необхідний для приготування тіста, але вироби виходять не завжди високої якості. Надалі ТК може бути використана і для расстойки сформованих виробів перед їх випічкою. Расстойка проводиться при температурі 30...32 °С протягом 25...120 хв залежно від маси тестової заготовки. Кінець расстойки визначають по збільшенню тестових заготовок і придбанню ними правильної форми.

Одним з важливих напрямів застосування ТК може бути сушка плодів, овочів, риби, лікарських трав, ягід, грибів при температурах 40...70 °С.

В процесі сушки відбувається значне зменшення вологовмісту продуктів, яке сприяє продовженню термінів їх зберігання. Мінімум вологості, при якому можливий розвиток бактерій, складає 25...30 %, а цвілеві гриби вимагають не менше 10 % вологи. При сушці вологість овочів і плодів доводять до 8...25 %, тобто до рівня, який перешкоджає розвитку мікроорганізмів.

Особливий інтерес в домашніх умовах представляє сушка білого коріння, зелені, грибів і інших овочів, сушка яких в осінній період особливо раціональна в нагрівальній камері.

Науковий керівник: Тітлов О.С., д.т.н., проф.

ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛА: ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛА ВЗИМКУ ТА ІНШИХ СЕЗОНІВ

Єрохін Д.М.

Одеський національний технологічний університет

У цьому дослідженні розглянемо різні системи акумулювання тепла (SAT), зокрема ті, що накопичують тепло влітку для використання взимку, а також системи, які не обмежуються лише зимовим використанням тепла.

Аналіз буде підкріплено графіками, що відображають динаміку накопичення та споживання теплової енергії.

Типи систем акумулювання тепла

1. Системи сезонного акумулювання тепла (SAT):
 - Накопичують тепло влітку для використання взимку.
 - Використовують різні технології, включаючи теплові акумулятори з фазовим переходом (PCM), підземні водоносні горизонти (ATES), та геотермальні системи (BTES).
2. Системи короткострокового акумулювання тепла (STTES):
 - Накопичують тепло для короткострокового використання, незалежно від сезону.
 - Використовуються для балансування денних та нічних піків споживання тепла.

Порівняння ефективності систем

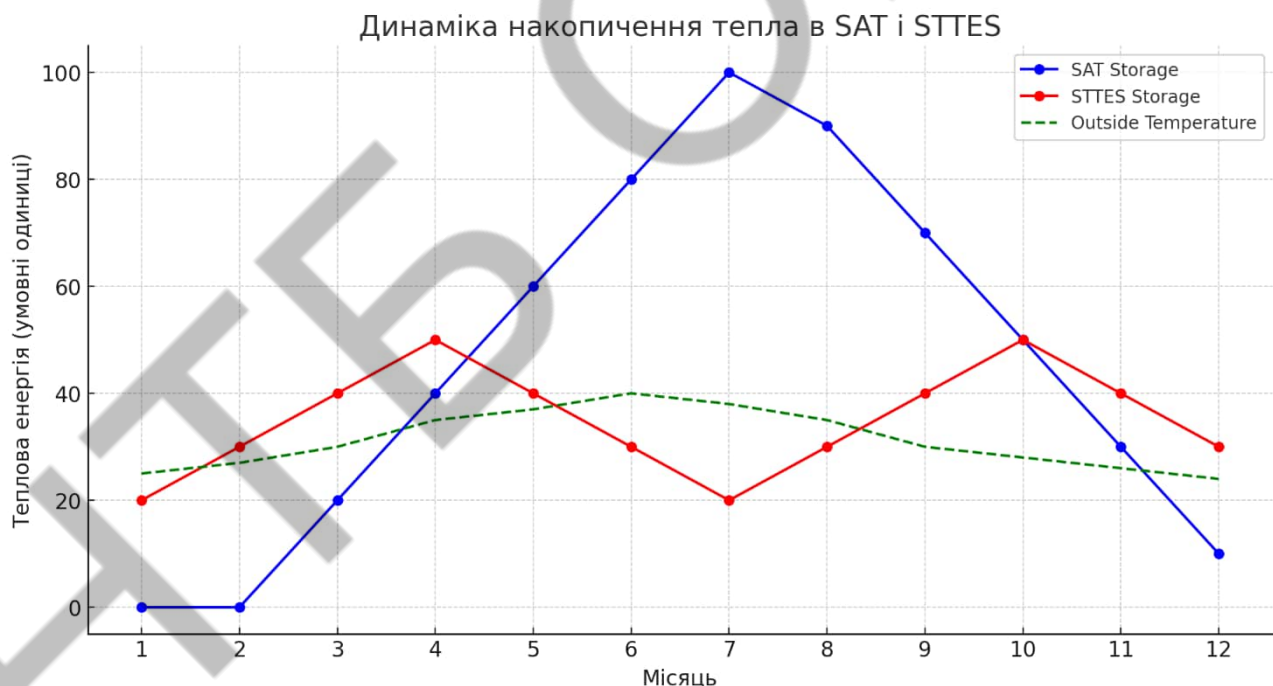


Рис. 1 – Динаміка накопичення тепла в SAT і STTES

SAT (синя лінія): показує накопичення тепла протягом літа та використання взимку. STTES (червона лінія): демонструє накопичення та використання тепла протягом коротких періодів.

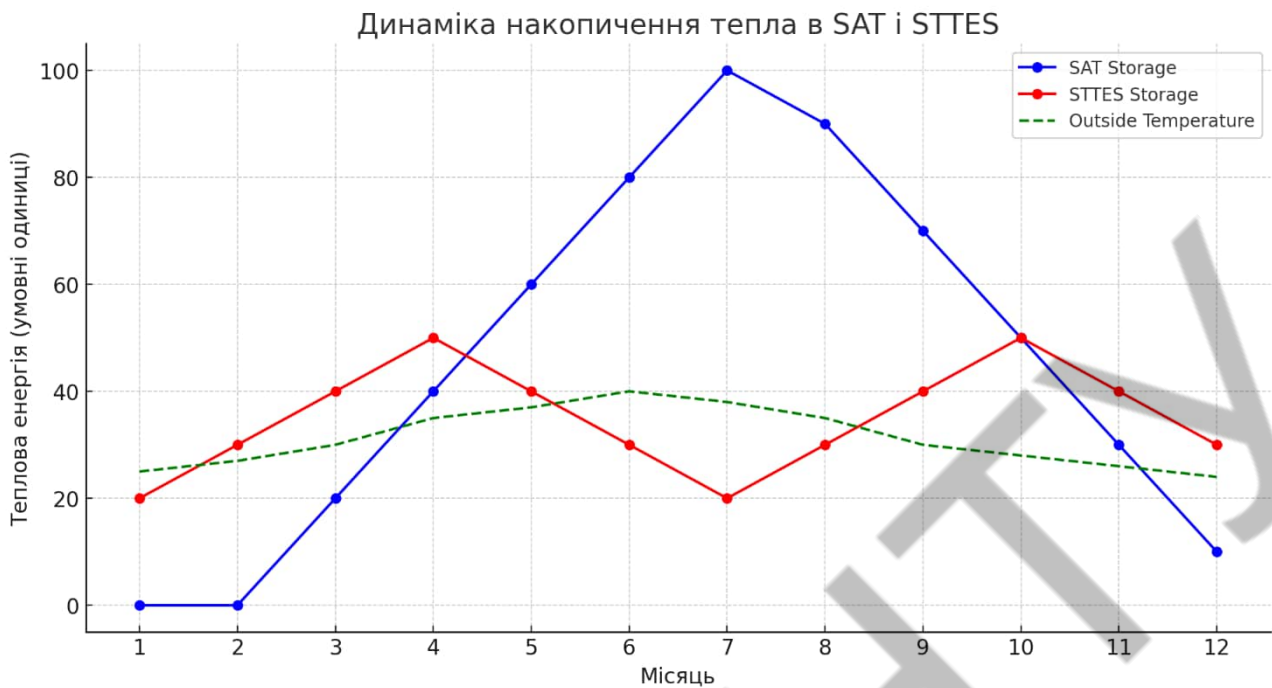


Рис. 2 – Ефективність використання накопиченого тепла

- SAT (синя лінія): висока ефективність використання накопиченого тепла взимку.
- STTES (червона лінія): стабільна ефективність використання тепла протягом року.

Практичні аспекти

Технічні характеристики

- SAT:
 - Великі обсяги зберігання.
 - Використання високоефективних матеріалів для акумуляції.
- STTES:
 - Менші обсяги зберігання.
 - Швидке накопичення та споживання тепла.

Інтеграція в гібридні системи

- SAT: інтеграція з системами опалення, що працюють на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ).
- STTES: інтеграція з системами швидкого реагування, такими як теплові насоси та сонячні колектори.

Економічний та екологічний аналіз

Економічна ефективність

- SAT:
 - Високі початкові інвестиції.
 - Довготривалий економічний ефект завдяки зниженню витрат на опалення.
- STTES:
 - Нижчі початкові інвестиції.
 - Швидка окупність завдяки гнучкому використанню тепла.

Екологічні вигоди

- SAT:
 - Зниження сезонних пікових навантажень на енергетичну систему.
 - Зменшення викидів парникових газів взимку.
- STTES:

- Зниження денних пікових навантажень.
- Зменшення використання викопного палива для пікового споживання.

Висновок

- SAT: найбільш ефективні для регіонів з великими сезонними коливаннями температури, де значне накопичення тепла влітку може забезпечити значні вигоди взимку.
- STTES: ефективні для стабільного використання тепла протягом року, забезпечуючи гнучкість та швидку окупність.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

ЕКОЛОГІЯ. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ПОТЕНЦІАЛ МІКРООРГАНІЗМІВ, ЯКІ ЗДАТНІ ДО ДЕГРАДАЦІЇ ВУГЛЕВОДНІВ Galyna Krusir, Olena Kupriyashkina	4
ENVIRONMENTAL ASPECTS OF WATER DESALINATION TECHNOLOGIES Vasyliv B.	5
ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ РОПИ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА З РОЗЛИВУ ПРИРОДНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ Литвин О.О., Василів Б.О.	7
ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА Боднарчук В.В., Гаркович О.Л.	9
ЗНЕПИЛЕННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНИХ ГАЗІВ ШЛЯХОМ ПОЛІПШЕННЯ ГРУДКУВАННЯ АГЛОШИХТИ Войтенко Ю.В.	11
МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ Войницька І. Г.	13
ВПЛИВ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ Ганькова В.А.	15
ЕКО-ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ОБСЛУГОВУЮЧОЇ ГАЛУЗІ Царенко В.В.	17
ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ҐРУНТОВЕ БІОРІЗНОМАНІТТЯ Марич В.М.	19
ЗАСТОСУВАННЯ РЕНТГЕНО-ФЛУОРИСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ Марич Т.М.	20
САНИТАРНО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СТАНУ НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ Звягнцев М.С., Мадані М.М.	22
ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ Лебедєв Д.М., Мадані М.М.	23
ВПЛИВ ВИТОКІВ НАФТОПРОДУКТІВ НА СТАН ҐРУНТІВ Довгалоук О.В.	24
АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ДІЮЧИХ І ВИСНАЖЕНИХ СВЕРДЛОВИН НАФТИ І ГАЗУ Заріцький В.Б.	25
ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВІД НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ Кисельов М.Є.	27
СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ – ЩО ВАЖЛИВО ЗНАТИ? Стоянова С.І., Григор'єва Т.П.	28
ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЕКОМОДЕРНІЗАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНОЇ МЕТАЛУРГІЇ Сікорський А.А., Золотько О.В.	29
РЕЦИКЛІНГ ТА ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ОДЯГУ Прозоркевич Є.Д.	30

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА МОРСЬКУ ТА РІЧКОВУ ФАУНУ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕГІОНУ Лашкова І.С., Крусір Г.В., Сагдєєва О.А., Соколова Т.І.	31
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОВУГІЛЛЯ З ВІДПРАЦЬОВАНОЇ КАВОВОЇ ГУЩІ НА АНАЕРОБНЕ ЗБРОДЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ Соколова Т.І., Крусір Г.В., Соколова В.І.	33
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ВІД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ Токарчук В.В., Соколова В.І., Новгородська О.С.	35
WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES OF FOOD INDUSTRIES FOR THE ORGANIZATION OF WATER REUSE Kidakova D., Karazhan A.	37

СЕКЦІЯ 2

ТЕПЛОФІЗИКА, НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ, НЕТРАДИЦІЙНА ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА, ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОГО ПІРОЛІЗУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЧАРУ Ткаченко А.О.	41
МІКРОХВИЛЬОВЕ СПІКАННЯ ЯК НОВА ОБЛАСТЬ ОБРОБКИ ТА СИНТЕЗУ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ Кравченко Є.О.	43
ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОБОТИ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ Шаповалов Д.В., Щербатюк О.Я.	44
ТЕПЛОМАСООБМІН ПРИ МІКРОХВИЛЬОВІЙ ОБРОБЦІ ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ Борець С. О.	45

СЕКЦІЯ 3

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА, НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

АНАЛІЗ РАНКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ Сагала Т.А., Сагала В.В.	48
ВИБІР ТРАСИ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ ПО ЕНЕРГЕТИЧНОМУ КРИТЕРІЮ Писаревський І.О.	50
РОЗРОБКА АБСОРБЦІЙНИХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРІВ МАЛОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ІЗ СОНЯЧНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ Пономарев К.М.	52
ЕНЕРГЕТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ КОКСОВОГО ГАЗУ Погурська А.В.	54
SEARCHING FOR WAYS TO INCREASE ENERGY PARAMETERS OF COMPRESSOR STATIONS OF MAIN GAS PIPELINES Felonyuk S.A.	55
OIL AND GAS INDUSTRY OF UKRAINE ATTEMPS OF GAS SUPPLY DIVERSIFICATION Garanin E.V., Tyshko D.P.	57
ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТПВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ Востріков К.С.	59

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛГІЧНИХ РЕЖИМІВ У ПОБУТОВИХ ПРИЛАДАХ КОМБІНОВАНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ДІЇ Дмитренко Д.В.....	61
ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛА: ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛА ВЗИМКУ ТА ІНШИХ СЕЗОНІВ Єрохін Д.М.....	62

НАТБ ОНТГУ