

DOI: 10.18372/2310-5461.57.17448

УДК 662.75:621.45(045)

*Ю. О. Вовк*, аспірантка

Національний авіаційний університет

orcid.org/0000-0002-1337-3485

e-mail: yuliiavovk@gmail.com;

*О. Л. Матвєєва*, к.т.н., професор

Національний авіаційний університет

orcid.org/0000-0001-7450-0479

e-mail: mollvovna12@gmail.com;

## БІОУШКОДЖЕННЯ ПАЛИВ ТА ОБ'ЄКТІВ ПІДПРИЄМСТВ ПАЛИВОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### Вступ

Сучасний ринок нафти та нафтопродуктів вимагає створення і утримання запасів палив на підприємствах паливозабезпечення у належній якості, з мінімальними витратами на обслуговування та забезпеченням екологічної безпеки. Це, в свою чергу, залежить від ефективності раціонального зберігання та використання нафтопродуктів, вивчення можливостей зменшення негативного впливу тих фізико-хімічних процесів, що мають місце внаслідок взаємодії палив з конструкційними матеріалами під час зберігання та транспортування. Найбільш важливими і визначальними властивостями є фізична та хімічна стабільність палива, а також його здатність до продукування корозійного ураження технологічного обладнання.

### Постановка проблеми

Процеси корозії або так зване руйнування матеріалів внаслідок хімічних або електрохімічних взаємодій між матеріалом та середовищем – актуальна багатопланова проблема сьогодення. Будь яке зберігання палива супроводжується різними процесами, включаючи окиснення вуглеводнів, конденсацію і полімеризацію з утворенням шкідливих речовин, забрудненням мікроорганізмами тощо. Частина домішок зазвичай осідає на дні та бічних стінках ємностей зберігання, хоча більшість з них залишається у паливі і згодом ідентифікується у камері згоряння двигуна під час його роботи. Паливо, у складі якого під час зберігання можуть з'являтися шкідливі речовини, спричинює корозійну дію на матеріали технологічного обладнання, з якими вони контактують на кожному етапі свого життєвого циклу. #

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проблеми корозійного ураження технологічного обладнання у паливному середовищі, зокрема під впливом мікроорганізмів, викликають науковий інтерес у вітчизняних вчених та закордоном. Цим науковим та науково-технічним задачам присвячено, зокрема роботи [1–6]: Полутренко М. С. (Івано-Франківський національний технічний університет, Україна), Борецької М. О., Козлової І. П. (Інститут мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України), Шевченко О. Б. (Український державний хіміко-технологічний університет), науковців Національного авіаційного університету (Україна), Ziółkowska M., Wardzińska, D. (Польща) та багатьох ін.

Відомо багато типів і механізмів корозії конструкційних матеріалів, але за присутності вуглеводневого паливного середовища на початку здебільшого відбуваються електрохімічна (за наявності електролітів) та хімічна корозія (за відсутності електролітів). Згодом, після певного терміну зберігання нафтопродуктів, внаслідок їх обводнення та ураження мікроорганізмами буде розвиватися мікробіологічна корозія, що посилює дію хімічної та електрохімічної. Даний механізм характерний як для традиційних палив так і для біопалив [4]. Причому сполуки, які утворюються в результаті діяльності мікроорганізмів або так звані продукти життєдіяльності, можуть як прискорювати чи гальмувати корозійні процеси, так і не впливати на подальший хід процесу руйнування металу, а бути лише поживною речовиною для корозійно активних мікроорганізмів.

Стійкість традиційних палив під час зберігання залежить від їх хімічного складу, а особливо від наявності в них сполук, що містять гетеро-атоми кисню, сірки, азоту, сліди іонів

металів, які каталізують процеси окиснення, а також від умов їх зберігання, таких як температура, присутність мікроорганізмів [7]. Згідно з деякими дослідженнями, присутність у паливі іонів металів, що утворюються в результаті наявності корозійних процесів, прискорює утворення відкладень і смол [8–10], що, в свою чергу, призводить до проблем у паливній системі двигуна внутрішнього згорання, як то засмічення фільтра чи пошкодження деталей.

Зазвичай корозійні зміни спричинюють такі складові палива та продукти життєдіяльності мікроорганізмів як: сполуки сірки, органічні кислоти а також водорозчинні неорганічні кислоти та основи. Серед перерахованих сполук найбільш агресивними, які мають найвищу корозійну дію, є активні сполуки сірки (наприклад, вільна сірка, сірководень), особливо в присутності води. Значення чинника обводнення палива підвищуються в процесі зберігання палива, особливо при довготривалих термінах [7].

Як відомо біокорозія є процесом руйнування конструкційних матеріалів під дією наявних у навколишньому середовищі мікроорганізмів (бактерій, грибів, дріжджів) [11, 12]. Так у присутності мікроорганізмів корозійні процеси металів та металоконструкцій набувають специфічного характеру, причому мікроорганізми не тільки руйнують поверхневі та глибинні шари конструкційних матеріалів, зменшуючи при цьому їх міцність, але часто впливають інші процеси, що супроводжують старіння палива [13, 14]. Дослідження біоплівки на поверхні металу, зокрема взаємодії між біоплівкою і поверхнею металу, як одного з чинників мікробної корозії, який проявляється у біомінералізації, представлено у роботі [5].

Варто зауважити, що мікробіологічна корозія не викликає жодних нових електрохімічних механізмів корозії; скоріше, її можна назвати результатом змін під впливом мікробіологічних чинників, які сприяють підтримці ряду фізико-хімічних реакцій. Дослідженнями [6] виявлені механізми біокорозії, які відображають різноманіття фізіологічних дій, що здійснюються різними видами мікроорганізмів, однак слід пам'ятати, що в природі ці мікробні процеси діють не ізольовано, а спільно з хімічними та електрохімічними процесами в конкретному середовищі. Ці організми можуть співіснувати у природних біоплівках, часто утворюючи синергетичні співтовариства (консорціуми), які здатні впливати на електрохімічні процеси через спільний метаболізм, що не спостерігається для окремо взятих видів.

Загалом корозію металів і металоконструкцій резервуарів зберігання нафтопродуктів пов'язують з життєдіяльністю сульфат відновлювальних (СВВ) і тіонових бактерій, які здатні окиснювати сірку та її сполуки до сульфатної кислоти, що призводить до різкого зниження рН середовища. Причому корозійним руйнуванням зазвичай піддається донна частина резервуарів, де збирається шлам і вода, що потрапляє до нафтопродуктів у процесі їх зберігання і транспортування. Високий вміст корозійно активних солей і мікроорганізмів може призводити до корозії як виразкового характеру, так і до наскрізних перфорацій.

У резервуарі зберігання палив також можуть бути присутні бактерії, які здатні відновлювати метал та сприяти до розчинення на його поверхні стійких до корозії оксидних плівок, що інтенсифікує корозійне ушкодження. Численні типи бактерій, у тому числі з родів *Pseudomonas* і *Shewanella*, здатні здійснювати відновлення марганцю та оксиду заліза ( $Fe_2O_3$ ) та можуть впливати на реакції корозії. Дослідженнями Iwona V. Beech, Christine C. Gaylarde [11] було продемонстровано, що в культурах *Shewanella putrefaciens* контакт із поверхнею оксиду заліза ( $Fe_2O_3$ ) необхідний бактеріальним клітинам для відновлення цих металів, а швидкість реакції залежала від типу оксидної плівки, що піддається руйнуванню.

Іншими небезпечними мікроорганізмами при корозії вуглецевої сталі є кислотоутворюючі бактерії (КУБ), що здатні виробляти велику кількість неорганічних або органічних кислот як побічних продуктів метаболізму. Це єдина група культивованих мікроорганізмів, кількість яких корелює з корозією. Оцтова ( $CH_3COOH$ ), мурашина ( $CH_2O_2$ ) та молочна ( $C_3H_6O_3$ ) кислоти є звичайними метаболічними побічними продуктами КУБ [15]. Аеробна бактерія, що продукує оцтову кислоту, прискорює корозію нержавіючої сталі з катодним захистом.

Необхідно зазначити, що механізм дії кислот на корозію сталі загалом вивчений, але кислоти, що утворюються, та їх концентрація рідко контролюються в умовах мікробіологічної корозії. Це пов'язано з тим що кислоти, що утворюються мікроорганізмами, що утворюють слиз, зазвичай, концентруються на поверхні металу, тому об'ємний рН водної фази, що найчастіше вимірюється дослідниками, може бути абсолютно нерелевантним параметром.

Як показали дослідження [15] мікроорганізми, що утворюють слиз, які виділяють кислі позаклітинні полісахариди під час утворення

біоплівки на металевих поверхнях, можуть впливати на корозію. Групи карбонових кислот матричних полісахаридів, таких як альгінова кислота ( $C_6H_8O_6$ )<sub>n</sub>, що виробляється бактерією *Pseudomonas aeruginosa*, що утворює біоплівку, за підрахунками розташовані на відстані близько 6 ангстрем одна від одної, таким чином, вони висококонцентровані на межі метал-біоплівка. Концентрувати розчинені низькомолекулярні кислоти до такого високого рівня практично неможливо. Таким чином, ці кислотні групи можуть бути дуже важливими для корозії, коли рН біоплівки низький.

Відомо також, що гриби продукують органічні кислоти, а отже, здатні сприяти прояву мікробіологічної корозії. Велика частина опублікованих робіт щодо біокорозії металів та сплавів за даними [4, 6, 13, 16] стосується грибкових забруднень реактивного палива, спричинених *Hormoconis (Cladosporium resinae)*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* і *Fusarium spp.*

За даними [16] *Cladosporium resinae* використовує аліфатичні та ароматичні вуглеводні, а також спирти та кислоти для підтримання життєдіяльності. Процеси, пов'язані з поглинанням і метаболізмом n-алканів *C. resinae*, були детально вивчені, і доведено, що має місце система окиснення n-алканів. Гриб *C. resinae* використовує вуглеводні палива для виробництва органічних кислот. Поверхні, що контактують з водною фазою паливно-водяних сумішей і осадів, є звичайними місцями його розмноження. Велика кількість побічних продуктів органічних кислот, що виділяються цим грибом, вибірково розчиняє або хелатує мідь, цинк, залізо, авіаційні алюмінієві сплави, утворюючи каверни, які зберігаються в анаеробних умовах під грибковим шаром. Таким чином, його зростання може призвести до серйозного біологічного погіршення якості кінцевого продукту, утворення осаду та погіршення стану трубопроводів і резервуарів для зберігання як на нафтопереробному заводі, так і на об'єкті кінцевого споживача. Відомо, що *C. resinae* має широке розповсюдження і зазвичай зустрічається в ґрунті або воді, може бути потенційним джерелом забруднення паливних резервуарів, що призводить до біологічного псування та економічних втрат.

Зважаючи на вищенаведену інформацію є необхідним проведення системного аналізу та узагальнення попередніх наукових досліджень в цьому напрямі. Це дозволить отримати наукове бачення щодо можливого механізму зміни якості палива при дії корозійного та біокорозійного чинника, пояснити вплив на технологічне облад-

нання підприємств нафтопродуктозабезпечення, особливо при довготривалому зберіганні палив.

### Мета роботи

Дослідження механізму впливу корозійного та біокорозійного чинників на погіршення якості вуглеводневих палив під час їх довготривалого зберігання, вплив на експлуатаційний стан технологічного обладнання.

### Результати дослідження

Для опису корозії, спричиненої або індукованої мікроорганізмами, використовуються різні визначення. Таким чином, біокорозія та мікробна корозія, як правило, вказують на те, що саме мікроорганізми є основною причиною корозії, тоді як мікробіологічно індукована або корозія під впливом мікроорганізмів вказує на участь мікроорганізмів, яка може бути безпосередньою або не бути прямою.

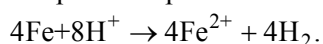
Отже, аналіз досліджень [18–21] показує, що можливий механізм процесів біологічної корозії полягає в тому, що діяльність мікроорганізмів може змінювати електропровідність вуглеводневого середовища, активуючи корозійні процеси. Інертні відкладення, утворені мікроорганізмами під поверхнею металевого шару, утворюють область електроліту та ініціюють осередок диференціальної аерації. У цьому випадку область під мікробними колоніями стає анодом, а металева область навколо цієї області сприяє відновленню кисню і стає катодом. За цих умов метал розчиняється під зоною мікробних відкладень, утворюючи каверни, що залежить головним чином від щільності мікробної колонії. В анаеробних умовах сульфатвідновлювальні бактерії (СВБ) відновлюють сульфат до сульфіду та кисню, наступний крок починається з поєднання іонів сульфіду з іонами двовалентного вуглецю, утворюючи сульфід заліза, і поверхня металу розчиняється. Утворений кисень реагує з воднем, утворюючи молекулу води.

Процес мікробної корозії спочатку починається з поєднання атома металу (М) з гідроксильними негативними іонами ( $OH^-$ ) води, утворюючи гідроксид металу (МОН), залишаючи протонні ( $H^+$ ) іони. Цей етап зв'язує кисень і робить локальну область більш концентрованою іонами водню.

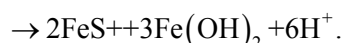
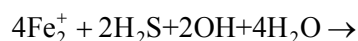
Iwona V. Beech, Christine C. Gaylarde [15], також підтверджують, що в корозії під впливом СВБ не існує лише один домінуючий механізм, а задіяна низка чинників. Важливим під час зберігання нафтопродуктів є вплив мікроорганізмів на конструкційні матеріали, зокрема і негативний вплив СВБ на сталь.

Корозія металів під дією СВБ пов'язана з утворенням біогенного сірководню і сульфідів в

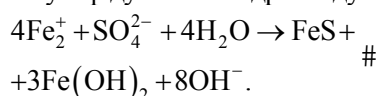
результаті відновлення сульфатів. Результатом останньої є анаеробна корозія заліза:



Молекулярний водень, що утворює плівку, захищає залізо від подальшого руйнування, але через присутність СВБ і за наявності сульфатів відбувається катодна деполяризація, залізо окиснюється (відновлення сульфату) з подальшим утворенням нерозчинного сульфідів заліза:



Видалення водню з поверхні металу призводить до утворення сульфідів заліза і гідроксиду заліза:



Сульфід заліза по відношенню до заліза є ефективним катодом і є причиною інтенсифікації його розчинення.

Під час зберігання палива, за умов його обводнення та мікробіологічного ураження, корозійні процеси призводять до передчасного зношення та зменшення товщини металу днища та першого поясу резервуару, створюючи реальну екологічну небезпеку (витоки палива). Мікробіологічне забруднення та продукти їх життєдіяльності руйнують антикорозійне покриття резервуару (рис. 1), створюючи передумови для активного перебігу корозійного руйнування металевої конструкції.



Рис. 1. Мікробіологічне корозійне ушкодження вертикального резервуару зберігання авіаційного палива на підприємстві авіаційного паливозабезпечення. Фото: О. Матвєєва

Мікробна деструкція призводить до зміни фізико-механічних властивостей захисних матеріалів, внаслідок чого зменшується їх міцність, еластичність, адгезійні характеристики, і втрачається головна функція покриттів – захист металу від корозії. Як видно з рис. 1 в осаді залишкового нафтопродукту резервуару зберігання палива наявні великі скупчення мікроорганізмів та продуктів корозії.

Корозія металів при контакті з паливом відбувається під впливом продуктів, що утворюються при окисненні вуглеводневих палив, що може бути причиною зміни кольору палива. Мікробіологічне забруднення може сприяти також передчасному «старінню» палива: поглинання і послідуочий метаболізм n-алканів, інтенсифікація окиснювальних процесів, підвищений вміст сірки, зростаючий показник кислотності палива, тощо. Надходження органічних кислот у палива, можна пояснити як результат життєдіяльності, наприклад, *Cladosporium resinae* (рис. 2), найбільш відомого в авіаційній галузі, присутність якого можна зустріти в паливних ємностях зберігання та транспортування. В попередніх дослідженнях авторів даної статті [13] ці питання висвітлені більш детально.



Рис. 2. *Cladosporium resinae* в пробі авіаційного палива підприємства паливозабезпечення.

Фото: О. Матвєєва

Деякі наслідки мікробіологічного ураження палив, враховуючи дані [21], на підприємствах паливозабезпечення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Наслідки мікробіологічного забруднення палив**

№	Наслідки	Види паливних мікроорганізмів
1	Засмічення труб, клапанів, фільтрів і неправильні показники паливних зондів	Гриби, бактерії, що виробляють полімери
2	Скорочений термін служби фільтрів	Гриби, бактерії
3	Підвищений вміст вільної води в резервуарах	Гриби, бактерії
4	Утворення шламу в резервуарах	Гриби, бактерії

Закінчення табл. 1

№	Наслідки	Види паливних мікроорганізмів
5	Корозія резервуарів зберігання палив	Гриби, анаеробні бактерії (сірководновловлюючі, сіркоокиснювальні)
6	Пошкодження захисних покриттів резервуарів	Гриби
7	Утворення зважених речовин у паливі	Гриби, бактерії
8	Погіршення якості палива	Гриби та аеробні, анаеробні бактерії
9	Підвищений вміст сірки в паливі	СВБ
10	Проблеми зі здоров'ям	Бактерії, що виробляють ендотоксини, умовно-патогенні мікроорганізми, СВБ

Аналіз проведених авторами досліджень дозволив запропонувати структурно-логічну схему причин та наслідків зміни якості вуглеводневих палив під час зберігання за наявності корозійного та мікробіологічного чинників (рис. 3).

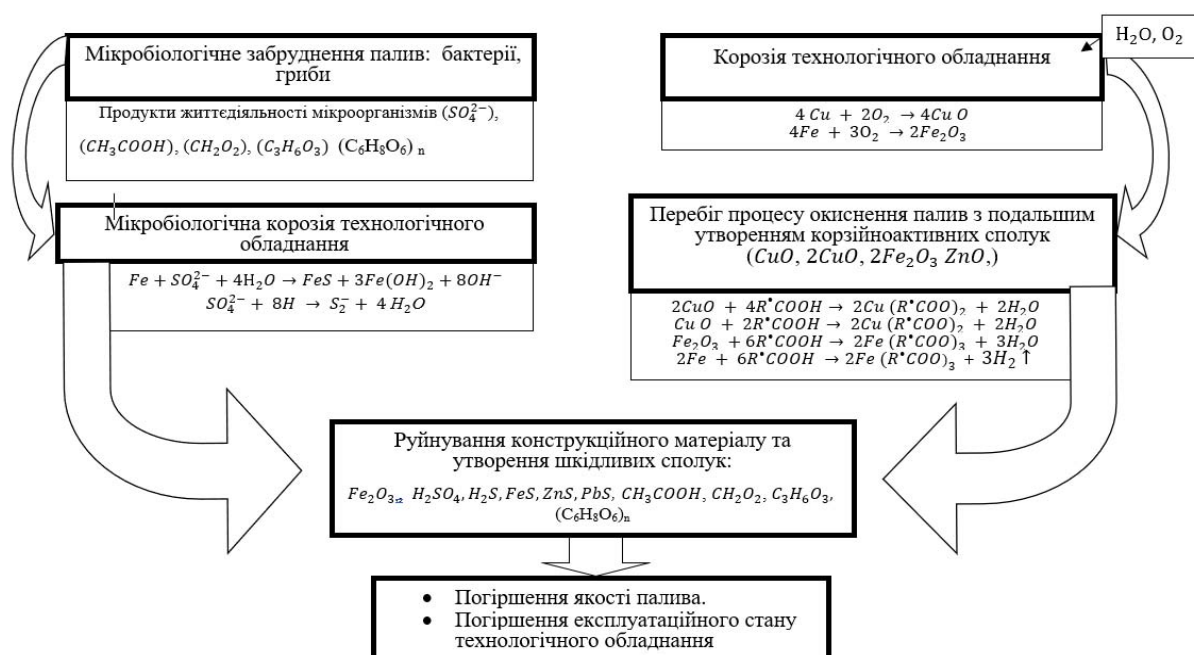


Рис. 3. Структурно-логічна схема причин та наслідків зміни якості вуглеводневих палив під час їх зберігання за наявності корозійного та мікробіологічного чинників

Як видно з рис. 3, результатом життєдіяльності мікробіологічних забруднень палив (бактерії, гриби) стає надходження небажаних сполук ( $SO_4^{2-}$ ),  $(CH_3COOH)$ ,  $(CH_2O_2)$ ,  $(C_3H_6O_3)_n$ , що сприяє зміні pH паливного середовища, відповідно посилюючи корозію технологічного обладнання. Також перебіг процесу окиснення палив супроводжується подальшим утворенням корозійноактивних сполук, що призводить до неминучого руйнування конструкційного матеріалу та утворення, в свою чергу, шкідливих сполук, які негативно впливають на показники якості палива.

### Висновки

Безсумнівно, перебіг корозійних процесів, спричинених мікробіологічним паливним чинником, негативно впливає на технологічне обладнання та якість палива. Досліджений в роботі механізм перебігу корозійних процесів у паливному середовищі засвідчує про наявність в ек-

сплуатаційних умовах також біокорозійного чинника, що впливає на погіршення якості вуглеводневих палив, особливо під час їх довготривалого зберігання.

На нашу думку, розробка та впровадження на профільних підприємствах галузі стратегії постійного моніторингу мікробіологічного ураження вуглеводневих палив, зокрема тестування рівня мікробіологічного ураження палива та донної проби, а також регулярне зливання підтоварної води та зачищення резервуарів, проведення дефектоскопії конструкційних матеріалів, використання за необхідності стандартизованих біоцидів дозволить зменшити негативні наслідки актуальної проблеми сьогодення. Такий комплексний підхід сприятиме не тільки зниженню ризиків забруднення оточуючого навколишнього середовища, а й підтриманню належного, ресурсоощадного рівня екологічно-безпечного функціонування підприємств транспортної та енергетичної галузей.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] Шевченко О. Б., Зибайло С. М., Попитайленко Д. В. Дослідження корозійної активності дизельного палива, що вміщує біодизель. *The Scientific Heritage*. 2021. (72-1), 77-80. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-72-1-77-80
- [2] I. Shkilniuk, S. Boichenko Microbiological corrosion and importance of monitoring of microbial contamination for reliability aviation technology. *Transport 2016. Systems and means of motor transport*. Monografia No 7. Rzeszow (Poland), 2016. P. 291–300.
- [3] Shkilniuk, I., Boichenko, S. Biological Risk of Aviation Fuel Supply. In: Babak, V., Isaienko, V., Zaporozhets, A. (eds) *Systems, Decision and Control in Energy I. Studies in Systems, Decision and Control*, 2020. vol 298. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_12).
- [4] Ziółkowska, M., & Wardzińska, D. Corrosiveness of fuels during storage processes. *Storage Stability of Fuels*. 2015. <https://doi.org/10.5772/59803>.
- [5] Борецька М. О.; Козлова І. П. Біоплівка на поверхні металу як фактор мікробної корозії. *Мікробіологічний журнал*, 2010, 72, № 3: 57–65.
- [6] Polutrenko, M., Maruschak, P., Tymoshenko, A., & Sorochak, A. Influence of soil microorganisms on metal corrosion of underground pipelines. *Koroze a ochrana material*. 2018. 62(2), 65. <https://doi.org/10.1515/kom-2018-0009>
- [7] Матвєєва О. Л., Вовк Ю. О., Тітова О. С. Моніторинг змін якості бензину автомобільного в умовах довготривалого зберігання. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022, 30(3), 410–418. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i3.261958>.
- [8] Teixeira, L. S., Souza, J. C., dos Santos, H. C., Pontes, L. A., Guimarães, P. R., Sobrinho, E. V., & Vianna, R. F. The influence of Cu, Fe, Ni, Pb and Zn on gum formation in the Brazilian automotive gasoline. *Fuel processing technology*. (2007). 88(1), C. 73–76. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2006.08.008>.
- [9] Zubin Zhang, Ruiyi Gu, Haiqin Wang, Xianjie Sun, Hong Li, Key Factors and Improvement Measures Changing the Gum Content of Stored Fuels, *Petroleum Science and Engineering*. Volume 6, Issue 1, June 2022, pp. 14–25. <https://doi:10.11648/j.pse.20220601.12>.
- [10] Czarnocka, J., Matuszewska, A., & Małgorzata Odziemkowska, M. Autoxidation of Fuels During Storage. In (Ed.), *Storage Stability of Fuels*. Intech Open. 2015. <https://doi.org/10.5772/59807>.
- [11] Полутренко М. С. Мікробіологічна корозія підземних металоконструкцій та способи їх захисту. *Prospecting and Development of Oil and Gas Fields*. 2012. 4 (45), 184–188.
- [12] Макаренко, В., Хоружий, В., Любенко, В., Максимов, С., Осадчий, В., & Недашковський, І. Дослідження впливу біологічної корозії на міцність сталевих конструкцій гідротехнічних споруд тривалої експлуатації в агресивних середовищах. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки*. 2021. 36. 27–38. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2021.36.27-38>.
- [13] O. Matvyeyeva, Y. Vovk, O. Nilov. Microbiological Contamination of Motor Fuels: Analysis and Identification in Fuelling Companies. *Proceedings of the National Aviation University*. 2021. 1(86). 49–56. <https://doi.org/10.18372/2306-1472.86.15444>.
- [14] Matvyeyeva O. L., Vasyilchenko O. A., Aliieva O. R. Microbial Biosurfactants Role in Oil Products Biodegradation. *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation*. 2014. 2. (2). P. 69–74. DOI: 10.12691/ijebb-2-2-4.
- [15] Beech, I. B., & Gaylarde, C. C. Recent advances in the study of biocorrosion: an overview. *Revista de microbiologia*. 1999, 30, 117–190. <https://doi.org/10.1590/S0001-37141999000300001>
- [16] Zuo, R. Biofilms: strategies for metal corrosion inhibition employing microorganisms. *Applied microbiology and biotechnology*. 2007. 76(6), 1245–1253.
- [17] Usher, K. M., Kaksonen, A. H., Cole, I., & Marney, D. Critical review: microbially influenced corrosion of buried carbon steel pipes. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2014. 93, 84–106.
- [18] Sherar, B. W. A., Power, I. M., Keech, P. G., Mitlin, S., Southam, G., & Shoesmith, D. W. Characterizing the effect of carbon steel exposure in sulfide containing solutions to microbially induced corrosion. *Corrosion Science*. 2011. 53(3), 955–960.
- [19] Passman, F. J. Microbial contamination and its control in fuels and fuel systems since 1980-a review. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2013. 81, 88–104. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.08.002>.
- [20] Mansour, R., & Elshafei, A. M. Influence of Microorganisms on Corrosion Induction and Protection. *Advances and Trends in Biotechnology and Genetics*. 2019. 50. DOI:10.9734/bpi/atbg/v1
- [21] Gaylarde, C. C., Bento, F. M., & Kelley, J. Microbial contamination of stored hydrocarbon fuels and its control. *Revista de microbiologia*, 1999. 30, 01–10.



Вовк Ю. О., Матвєєва О. Л.

## БІОУШКОДЖЕННЯ ПАЛИВ ТА ОБ'ЄКТІВ ПІДПРИЄМСТВ ПАЛИВОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Актуальність.** Сучасний ринок нафти та нафтопродуктів вимагає створення і утримання запасів палив на підприємствах паливозабезпечення у належній якості, з мінімальними витратами на обслуговування та забезпеченням екологічної безпеки. Це, в свою чергу, залежить від ефективності раціонального зберігання та використання нафтопродуктів, вивчення можливостей зменшення негативного впливу тих фізико-хімічних процесів, що мають місце внаслідок взаємодії палив з конструкційними матеріалами під час їх зберігання та транспортування. **Постановка проблеми.** Процеси корозії або так зване руйнування матеріалів внаслідок хімічних або електрохімічних взаємодій між матеріалом та середовищем – актуальна багатопланова проблема сьогодення. Паливо, у складі якого під час зберігання можуть з'являтися шкідливі речовини, спричинює корозійну дію на матеріали технологічного обладнання, з якими вони контактують на кожному етапі свого життєвого циклу. **Мета роботи** Дослідження механізму впливу корозійного та біокорозійного чинників на погіршення якості вуглеводневих палив під час їх довготривалого зберігання, вплив на експлуатаційний стан технологічного обладнання. **Результати досліджень.** Результатом життєдіяльності мікробіологічних забруднень палив (бактерії, гриби) стає надходження небажаних сполук, що сприяє зміні рН паливного середовища, відповідно посилюючи корозію технологічного обладнання. Також перебіг процесу окиснення палив супроводжується подальшим утворенням корзійноактивних сполук, що призводить до неминучого руйнування конструкційного матеріалу та утворення, в свою чергу, шкідливих сполук, що негативно впливають на показники якості палива. **Висновки.** Безсумнівно, перебіг корозійних процесів, спричинених мікробіологічним паливним чинником, негативно впливає на технологічне обладнання та якість палива. Досліджений в роботі механізм перебігу корозійних процесів у паливному середовищі засвідчує про наявність в експлуатаційних умовах біокорозійного чинника, що впливає на погіршення якості вуглеводневих палив, особливо під час їх довготривалого зберігання.

**Ключові слова:** нафтопродукти; деструкція; зберігання; мікроорганізми; корозія; біодеструкція; біоураження, екологічна безпека.

Vovk Y. Matveyeva O.

## BIODAMAGE OF FUELS AND FACILITIES OF FUEL SUPPLY ENTERPRISES

**Actuality.** The modern market of oil and oil products requires the creation and maintenance of fuel stocks at fuel supply enterprises in proper quality. This depends on the efficiency of rational storage and use of petroleum products, studying the possibilities of reducing the negative impact of physical and chemical processes that exist during the interaction of fuels with construction materials. **Problem setting.** Processes of corrosive destruction of materials as a result of chemical or electrochemical interactions between the material and the environment are an actual problem today. Fuel, in the composition of which harmful substances may appear during storage, causes a corrosive effect on the materials of the technological equipment during each stage of its life cycle. **The goal of the work.** Study of the mechanism of the influence of corrosive and biocorrosive factors on the deterioration of the quality of hydrocarbon fuels during their storage; impact on the operational condition of technological equipment. **Research results.** The result of the vital activity of microbiological contamination of fuels (bacteria, fungi) is the arrival of undesirable compounds, which contributes to a change in the pH of the fuel medium. This leads to increased corrosion of technological equipment. Also, the course of the fuel oxidation process is accompanied by the further formation of corrosion-active compounds. They lead to the destruction of the structural material and the formation of harmful compounds, which negatively affect the fuel quality indicators. **Conclusions.** Undoubtedly, the course of corrosion processes caused by the microbiological fuel factor has a negative effect on technological equipment and fuel quality. The mechanism of the course of corrosion processes in the fuel environment investigated in the work testifies to the presence of a biocorrosive factor in operational conditions that affects the deterioration of the quality of hydrocarbon fuels, especially during their long-term storage.

**Keywords:** oil products; destruction; storage; microorganisms; corrosion; biodegradation; biohazard, environmental safety.

Стаття надійшла до редакції 31.01.2023 р.

Прийнято до друку 12.04.2023 р.