

## **Мікробіологічне ураження біодизельного палива**

**Ключові слова:** біодизельне паливо, мікроорганізми, корозія, мікробіологічне ураження.

Загальновідомо, що пошук відновлювальних, стійких та екологічно чистих альтернатив дизельному паливу нафтового походження призвів до підвищення зацікавленості до виробництва та використання біодизелю останнім часом, але біорозкладність і схильність до корозії такого палива є нагальною проблемою, яка потребує безпосередньої оцінки та вирішення.

Супровід появи на ринку біодизельного палива та мінімізація вмісту сірки в автомобільному дизельному паливі відновив інтерес до досліджень стійкості палива до мікробіологічного ураження. Уведення до дизельних палив метилових естерів жирних кислот (МЕЖК) як альтернативної сировини нафтовим фракціям спричинило збільшення непоодиноких випадків вразливості біодизелю до мікробіологічного ураження і змін його стабільності. Численні дослідження [1–5] стверджують, що біодизельне паливо є дуже «біоактивним» завдяки своєму хімічному складу, гігроскопічним властивостям та вмісту підвищеної концентрації кисню, що створює сприятливі умови для біологічної деградації біодизелю та активному росту мікроорганізмів у паливних системах, резервуарах для зберігання та ємностях для транспортування.

Об'єктом проведених досліджень була стійкість біодизельного палива до мікробіологічного ураження. Здійснювалося спостереження за зміною фізико-хімічних властивостей палива та станом металевих поверхонь технологічного обладнання при експлуатації різних концентрацій біодизелю у дизельному паливі.

Більшість проаналізованих нами досліджень фокусується на основних фізичних параметрах біодизеля, таких вміст води, окиснювальна стабільність та кислотне число. Вважається, що вони тісно пов'язані з рівнем забруднення палива, який безпосередньо залежить від росту мікроорганізмів.

Переважно у якості індикатора мікробіологічного ураження біодизельного палива використовується кислотне число, так як деградація МЕЖК має пряму кореляцію із його зміною. Як показано в роботі [1], значення кислотного числа збільшується з терміном зберігання біодизелю, особливо при високих температурах. У дослідженні був проведений порівняльний аналіз кислотного числа біодизельного палива за різних температур (4° С, 25° С та 35° С) впродовж 12 місяців зберігання. Через 6 місяців зберігання зразок МЕЖК, що зберігався при 35° С, мав найбільш стрімке збільшення кислотного числа (9,3 мг КОН/г), а зразок, що зберігався при 4° С, мав найнижче значення (3,9 мг КОН/г). Подальше збільшення терміну зберігання призвело до максимального збільшення кислотного числа на 20,3 мг КОН/г, що зберігалися при 35° С впродовж 12 місяців. Ці дані підтверджують вплив високої температури на біодеградацію МЕЖК, в результаті

життєдіяльності мікроорганізмів. Збільшення кислотного числа є першою ознакою біодеградації біодизельного палива.

Окиснювальна стабільність біодизельного палива є важливим показником його якості, особливо під час зберігання, адже окиснення призводить до утворення речовин, що здатні погіршувати якість палива та в системах зберігання біодизельного палива, скорочуючи термін їх експлуатації.

Вода у будь-якому виді палива є невід'ємною його частиною і знаходиться у ньому як у вільному, так і у в розчиненому стані. Зниження температури призводить до виділення фази вільної води, яка осідає на днищі резервуарів для зберігання та ємностей для транспортування, спричиняючи корозію та погіршення міцності конструкційних матеріалів технологічного обладнання.

Fregolente та ін. [3] досліджували суміші МЕЖК із соєвих бобів та дизельного палива та виявили, що суміші, які містять менше 20% біодизеля, мають до 90% нижче водопоглинання, ніж суміші з вищою концентрацією біодизелю при 20°С та 80% відносної вологості. Це підтверджує здатність біодизелю поглинати вологу з повітря, що сприяє утриманню в ньому води, яка є важливим поживним середовищем для життєдіяльності мікроорганізмів, про що вказує не одне дослідження.

Дослідженням [4] було доведено, що при збільшенні відсоткового вмісту води у біодизельному паливі, мікроорганізми мають здатність агрегуватися на границі поділу водяної і паливної фаз, вилучаючи поживні речовини із палива та залишаючись у воді, але згодом розповсюджуються у паливній фазі, підвищуючи загальний рівень забруднення біодизелю внаслідок їхнього метаболізму.

Багаточисленні експериментальні дослідження підтвердили, що формування біоплівки мікроорганізмами, їхня природа та мікросередовище, яке вони створюють на металевих поверхнях, є причиною розвитку пітингової корозії під ними. Стінки резервуарів, трубопроводів та пов'язаних з ними конструктивних елементів, що контактують з біодизелем, особливо вразливі до корозії. Найбільший прояв корозії спостерігається біля днища резервуарів, де присутність води і паливно-водяного прошарку є найбільш вірогідною.

Це було підтверджено дослідженням [5], яке зосередило свою увагу на корозії вуглецевої сталі під впливом біодизельних сумішей у присутності *Bacillus magaterium*, в якому було виявлено, що збільшення концентрації біодизельного палива підвищує активність *Bacillus magaterium* і поглиблює процес виникнення пітингової корозії на металевих поверхнях. Це пов'язано зі зміною кінетики електрохімічних реакцій всередині металу або на межі його поділу. Зокрема, збільшення концентрації біодизелю до 30% завдало найбільш значні пошкодження у вигляді появи великої кількості точкової корозії на вуглецевій сталі. Це засвідчує, що інтенсивність процесу корозії вуглецевої сталі зростає зі збільшенням концентрації біодизельного палива.

Таким чином, проведений нами аналіз результатів досліджень особливостей прояву та зміни фізико-хімічних, експлуатаційних властивостей біо-

дизельного палива та проведені лабораторні дослідження показали незадовільну стійкість біокомпонентів до мікробіологічного ураження, що робить їх вразливими до мікроорганізмів, особливо під час зберігання.

Додавання МЕЖК з рослинних олій до біодизельного палива покращує його екологічні властивості, але може погіршити фізико-хімічні властивості, зокрема окиснювальну стабільність, вміст води та кислотне число. Це свідчить про активний ріст та розвиток мікроорганізмів, продукування біомаси і кислих метаболітів, використовуючи біодизельне паливо як джерело карбону.

Для запобігання чи уповільнення перебігу цих процесів необхідно звертати увагу на умови зберігання палива, проводити регулярний моніторинг якості палива та здійснювати постійний контроль його обводнення. Разом з тим, проведення регулярного тестування на мікробне зараження палива, своєчасне зачищення резервуарів зберігання і ємностей транспортування, а також застосування за необхідності біоцидних присадок, безумовно, знизить ризик мікробіологічного забруднення моторного палива.

#### Список використаних джерел

1. *Mazumdar P., Borugadda V. B., Goud V. V., Sahoo L.* Effect of storage parameters on stability of *Jatropha*-derived biodiesel // *Int. J. Energy Environ. Eng.* — 2013. — Vol. 4 (13). <http://dx.doi.org/10.1186/2251-6832-4-13>
2. *Vook Y., Matvyeyeva O.* Biodamage of fuels and facilities of fuel supply enterprises // *Science based technologies.* — 2023. — Vol. 57, No. 1. — P. 86–92. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.57.17448>
3. *Fregolente P. B. L., Fregolente L. V., Wolf Maciel M. R.* Water content in biodiesel, diesel, and biodiesel-diesel blends // *J. Chem. Eng.* — 2012. — Vol. 57(6). — P. 1817–1821. <http://dx.doi.org/10.1021/je300279c>
4. *Cazarolli J. C., Pizzolato T. M., et al.* Microbial sludge formation in Brazilian marine diesel oil (B0) and soybean methyllic biodiesel blends (B10 and B20) during simulated storage // *J. Fuel.* — 2022. — Vol. 308. — P. 121–129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121905>
5. *Pusparizkita Y. M., Harimawan A., Devianto H., Setiadi T.* Effect of *Bacillus megaterium* biofilm and its metabolites at various concentration biodiesel on the corrosion of carbon steel storage tank // *Biointerface Research in Applied Chemistry.* — 2022. — Vol. 12 (4). — P. 5698–5708. <http://dx.doi.org/10.33263/BRIAC124.56985708>