

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ АНТИОЖЕЛЕДНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПРОПІЛЕН- ТА ЕТИЛЕНГЛІКОЛЮ

<sup>1</sup> Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського";  
<sup>2</sup> Національний авіаційний університет;  
<sup>3</sup> ТОВ "ДІ АР ЕНЕРЖИ ГРУП"

### **Анотація**

*В роботі проаналізовано велику кількість вітчизняної та зарубіжної технічної і нормативної інформації, що дало змогу провести комплексне порівняння фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей пропілен- та етиленгліколевмісних антиожедних матеріалів, дослідити їх вплив на компоненти екосистеми в тому числі і на людський організм.*

Ключові слова: етиленгліколь, пропіленгліколь, антиожедний матеріал, токсичність, ХСК, БСК

### **Abstract**

*The article analyzes a large amount of domestic and foreign technical and regulatory information, which allowed a comprehensive comparison of physicochemical and operational properties of propylene- and ethylene glycol-containing deicing materials, as well as to investigate their impact on ecosystem components, including the humans.*

**Keywords:** ethylene glycol, propylene glycol, deicing material, toxicity, COD; BOD..

### **Вступ**

Одним із шкідливих факторів навколишнього середовища, що впливає на безпеку польотів вважається наземне обледеніння поверхонь повітряних суден та аеродромних покриттів. Для запобігання цим явищам в аеропортах північних широт в зимовий період, перед вильотом, проводять обробку літаків та аеродромних покриттів антиожедним реагентом. Антиожедні засоби, якими обробляється ПС, як правило, містять принаймні 60% гліколю, зазвичай етиленгліколю, або суміш інших гліколів. Найбільшу небезпеку з речовин, що входять в антиожедні рідини, представляють етиленгліколь, який за ступенем впливу на організм відноситься до помірно-токсичних речовин 3-го класу небезпеки.

Метою роботи є дослідження, аналіз та узагальнення інформації та світового досвіду, щодо впливу антиожедних речовин на довкілля та об'єкти інфраструктури аеропортів.

### **Результати дослідження**

Антиожедні матеріали та їх компоненти чинять негативну дію та посилюють навантаження на такі природні системи як водні середовища, ґрунти, повітря та людський організм.

Для дослідження ступеню шкідливої дії антиожедних речовин та їх компонентів на водні ресурси можна дослідити за допомогою значення біохімічного та хімічного споживання кисню (БСК та ХСК). Навантаження на ґрунт характеризується показником біодеградації речовин. Оцінка небезпечності антиожедних матеріалів у повітряному просторі характеризує гранично допустима концентрація в робочій зоні та кількість викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Етиленгліколь володіє відносно низькою летючістю за нормальної температури, тому його пари мають не настільки високу токсичність (у порівнянні з безпосередньо речовиною) і представляють небезпеку лише у випадку тривалого/хронічного вдихання. Однак, небезпеку становлять тумани, в яких концентрація етиленгліколю може досягати великих значень. Досліди, проведені на щурах, показали, що концентрація 200 мг/м<sup>3</sup> викликає у них пригнічення центральної нервової системи, порушення функцій нирок, зрушення кислотно-лужної рівноваги в бік ацидозу, зниження активності алкоголь-і лактатдегідрогенази [1].

Окрім токсичності, однією з основних проблем впливу гліколевих антижелезних матеріалів на довкілля є біохімічне та хімічне споживання кисню (БСК та ХСК) для розкладання їх мікроорганізмами в каналізаційних стоках та водоймах.

Аналіз значень БСК<sub>5</sub> та ХСК антижелезних речовин та їх типових компонентів свідчить про навантаження на водні системи як етилен- так і пропіленгліколю. ХСК при біодеградації пропіленгліколю вище в середньому на 20 % ніж у етиленгліколю. Показник БСК<sub>5</sub> для пропіленгліколю в середньому у 2 рази вищий ніж у етиленгліколю. Активне споживання кисню пояснюється активним метаболізмом мікроорганізмів, які розкладають пропіленгліколь, про що свідчить швидкість біодеградації цієї речовини. Однак не слід забувати і той факт, що хоч і пропіленгліколь та антижелезні речовини, що його містять, під час біохімічної деградації споживають більшу кількість кисню вони не чинять токсичної дії на живі організми на відміну від етиленгліколю.

Полімерні відходи, в тому числі і поліоли, до яких відносяться етилен- та пропіленгліколь, потрапляючи у ґрунт розкладаються під дією різних біотичних і абіотичних природних факторів. Наслідком впливу абіотичних факторів є кислотний і лужний гідроліз, окислення, фотодеградація; біотичних - гідроліз за участю продуктів метаболізму мікроорганізмів і ферментативний гідроліз та окиснення.

Показник біодеградації сполуки в ґрунті характеризується кількістю (в мг) розкладеної (деградованої) речовини в 1 кг ґрунту за день. Даний показник є комплексним і включає в себе біотичне та абіотичне розкладання. Його дослідження дозволяє оцінити динаміку та здатність речовини до природної деградації [2]. Швидкість біодеградації сполук у ґрунтах залежить від багатьох факторів: рН, морфологічна структура ґрунту, хімічний склад, пористість, вологість та температура. При від'ємних температурах деградація гліколів відбувається з майже однаковою швидкістю. При додатних температурах швидкість біодеградації у монопропіленгліколю приблизно на 30 % вища ніж у моноетиленгліколю, але приблизно на 10 % нижча ніж у диетиленгліколю.

Аналіз експериментальних даних [3, 4], які були проведені на піддослідних тваринах показав, що пропіленгліколь є майже нешкідливим та інертним для живих організмів. В свою чергу етиленгліколь чинить негативний вплив на репродуктивну функцію організму, призводить до зниження концентрації гемоглобіну, кількості лейкоцитів та тромбоцитів крові, порушує процеси метаболізму та роботи імунної системи. Значення LD<sub>50</sub> (дози певного подразника, яка потрібна для того, щоб вбити половину членів піддослідної популяції за певний термін) етиленгліколю нижче більш ніж у 4 рази у порівнянні із пропіленгліколем, що підтверджує надзвичайно високу токсичність етиленгліколю та антижелезних речовин, що його містять.

## Висновки

Був проаналізовано великий обсяг вітчизняної та зарубіжної технічної та нормативної інформації, що дозволило здійснити комплексне порівняння фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей гліколевмісних антижелезних матеріалів, дослідити їх вплив на компоненти екосистем, включаючи людський організм, а також систематизувати та визначити методи та стратегії зменшення негативно-го впливу на навколишнє середовище та інфраструктуру аеропортів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Родин Г., Петров В., Петухов К. Оценка химической безопасности противобледенительных жидкостей, используемых для обработки самолетов. *Вестник МАНЭБ*. 2019. №24/4. С. 44-58.
2. Klecka M., Carpenter L., Landenberger D. Biodegradation of aircraft deicing fluids in soil at low temperatures. *Ecotox Environ Safe*. 1993. № 25(3). P. 280-295. DOI: <https://doi.org/10.1006/eesa.1993.1026>

3. Miller R., Ayres J, Young T., McKenna J. Ethylene glycol monomethyl ether. I. Subchronic vapor inhalation study with rats and rabbits. *Fundam. Appl. Toxicol.* 1983. № 3. P. 49-54. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-0590\(83\)80172-9](https://doi.org/10.1016/S0272-0590(83)80172-9)

4. Miller R., Hermann A., Langvardt W., McKenna J., Schwetz A. Comparative metabolism and disposition of ethylene glycol monomethyl ether and propylene glycol monomethyl ether in male rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1983. № 67. P. 229-237. DOI: [https://doi.org/10.1016/0041-008X\(83\)90229-6](https://doi.org/10.1016/0041-008X(83)90229-6)

**Бахтин Анатолій Ігорович** — інженер II кат., Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, e-mail: [at\\_bahtin@i.ua](mailto:at_bahtin@i.ua).

**Бойченко Сергій Валерійович** — д.т.н., проф., Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ.

**Шкільнюк Ірина Олександрівна** — к.т.н., директор УкрНДНЦ хімотології і сертифікації ПММ і ТР, Національний авіаційний університет, Київ.

**Єжов Сергій Валерійович** — керівник ТОВ «ДІ АР ЕНЕРЖИ ГРУП», м. Київ.

**Bakhtyn Anatolii** – Engineer of the Department of Geo-Engineering, Institute of Energy Saving and Energy Management, Kyiv

**Boichenko Sergii** - Doctor of technical sciences, Prof. Institute of Energy Saving and Energy Management, Kyiv

**Shkilniuk Iryna** – Candidate of technical sciences, National Aviation University, Kyiv

**Yezhov Sergii** – head of LLC «DR ENERGY GROUP», Kyiv