

## Мікропластик у навколишньому середовищі - сучасний стан проблеми

Олена Котоженко, канд. техн. наук, доцент<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0001-6725-2112), Олена Мірошніченко, старший викладач<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0001-9549-547X), Дарина Шум, студентка<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0004-6274-4109), Данііл Даниленко, студент<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-5992-2515)

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

### АНОТАЦІЯ

В роботі проведено дослідження і аналіз впливу забруднення мікропластиком навколишнього середовища і його вплив на біосистеми. Визначені основні джерела забруднення мікропластиком. Проаналізовані методи очищення питної води від мікропластичних частинок. Визначено основні підходи до зниження впливу джерел забруднення мікропластиком.

*Ключові слова:* мікропластик, забруднення довкілля, мікропластик і людина, мікропластик і питна вода.

### 1. ВСТУП

Однією з визначальних проблем забруднення навколишнього середовища є проблема мікропластику. Мікропластик негативно впливає на земну поверхню, гідросферу, негативно позначається на дикій природі, середовищі проживання тварин і людей, підвищує ризики захворювання людей.

### 2. МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є дослідження та визначення можливостей зменшення впливу мікропластику на навколишнє середовище та біологічні об'єкти.

### 3. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Особливе місце серед забруднення навколишнього середовища в сучасному світі займає забруднення мікропластиком. В програмі Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища ЮНЕП було дано визначення мікропластику. Мікропластик – це невеликі, тверді, нерозчинні у воді частинки пластика розміром п'ять мм і менше.

Мікропластик поділяють на первинний і вторинний. Первинний мікропластик — це спеціальні мікрогранули, які містяться в засобах особистої гігієни, в промислових виробках і пластикових волокнах, що використовуються в синтетичному текстилі.

Вторинний мікропластик утворюється в результаті розпаду пластикових виробів.

Щорічно виробляється близько 400 мільйонів тон пластика. В той же час на звалищах вже знаходиться пластик, орієнтовний об'єм якого оцінюється приблизно в 5 мільярдів тон. З часом він також розпадається і потрапляє в довкілля, в тому числі у вигляді мікропластика.

Така ситуація призводить до утворення довгострокового забруднення всіх складових навколишнього середовища – від віддалених гірських вершин до океанських западин, звідки потрапляє на рослинність, в організми тварин і людей.

Було підраховано, що, наприклад, за рік людина вдихає з повітрям приблизно 53700 мікропластичних частинок. Нещодавні дослідження виявили мікропластик глибоко в легенях людей. Мікропластик стає таким всюдисущим, що

його знаходять навіть у повітрі. Наприклад, у квітні 2019 року його виявили в повітрі у Піренейських горах на півдні Франції. Вчені змогли визначити, що маленькі фрагменти «прилетіли» з відстані не менше 95 кілометрів [1,3].

Німецькі вчені проводили дослідження впливу мікропластику на властивості ґрунтів. Їхнє дослідження показує, що забруднення ґрунтів пластиком може спричинити такі ж негативні наслідки, як посуха. В сухому ґрунті мікропластик збільшив грудкоутворення на 18 відсотків, рН на приблизно 4 відсотки, а затримання поживних речовин зросло на 70 відсотків. Водночас у добре зволжених ґрунтах мікрОВОлокна призвели до зниження респірації та активності ґрунтових ферментів орієнтовно на 34 відсотки [4].

Велику проблему також становить сучасна забрудненість гідросфери мікропластиком. Особливе місце посідає проблема забруднення мікропластиком питної води [1].

Зараз пластичні маси вже є найбільш розповсюдженим типом морського сміття, знайденого в океанах. Сонячні промені, морська сіль, бактерії і тертя прискорюють їх розпад і утворення мікропластику. І ця проблема з часом буде тільки зростати.

Мікропластик представляє серйозну загрозу біорізноманіттю прилипаючи до організмів і перешкоджаючи біологічним функціям, таким як харчування, розмноження та зростання. При осіданні на морському дні, частинки мікропластику порушують середовище проживання, посилюючи екологічний дисбаланс. Згідно з дослідженням, кількість мікропластику у глибинних водах удвічі перевищує ймовірний рівень забруднення поверхні океану пластиковими відходами [3].

Дослідження американських вчених показує, що середня людина споживає 39000-52000 частинок мікропластика щорічно через морепродукти і інші джерела.

При дослідженні 159 проб води з 14 країн, включаючи водопровідну і бутильовану воду, було виявлено, що в середньому в літрі води присутні 4,34 пластикових частинок у більше ніж 80% зразків. З проб, що були відібрані в США, мікропластик був присутній в 94% проб води [1].

Розповсюдження забруднення мікропластиком становить велику проблему для живих організмів, підсилює ризики для здоров'я людей.

Мікропластик був знайдений майже в усіх частинах людського організму. Наприклад, італійські дослідники виявили мікропластик навіть в атеросклеротичних бляшках,

видалених з судин людей. Як показали дослідження наявність мікропластику у судинах підвищує ризик серцевих нападів у 4,5 рази [2].

Основним джерелом надходження мікропластику до людського організму є їжа та питна вода.

В наш час існують деякі методи очищення питної води від мікро і нанопластика. В залежності від розмірів частинок мікропластику можна застосовувати такі методи як ультрафільтрація і зворотний осмос.

Методом ультрафільтрації очищують воду від частинок мікропластику розміром від 0,3 до 0,02 мкм.

Фільтри із системою зворотного осмосу можуть видаляти частинки менше 0,0001 мікрона. Але при цьому вода стає наближеною до дистильованої, що є небезпечним для людини.

Ще одним підходом для видалення мікропластику з питної води є застосування флокулянтів на стадії водопідготовки. На другому етапі водопідготовки зазвичай в якості флокулянта застосовують поліакриламід, який при деяких умовах може розпадатися на токсичні елементи. Американські вчені [6] запропонували застосовувати рослинні флокулянти. Для очистки морської води можна застосовувати суміш полісахаридів бамії та пажитника, а для очистки прісної води суміш полісахаридів бамії і тамаринда. Застосування таких флокулянтів не вимагає зміни технології очистки води, а тільки заміни діючої речовини з хімічної на рослинну.

У лютому 2024 року в журналі *Environmental Science & Technology Letters* була опублікована стаття китайських вчених стосовно способу зменшення кількості мікропластику у воді після її кип'ятіння [5].

Наведені дослідження показали, що кип'ятіння води з підвищеним вмістом кальцію видаляє значну кількість мікропластику, який випадає в осад разом з CaCO<sub>3</sub>. Кип'ятіння м'якої води значно знижує кількість видаленого мікропластику.

Оскільки основним джерелом існуючого мікропластика в навколишньому середовищі є пластикові відходи, які людство накопичило і продовжує накопичувати, то на першому місці постає проблема боротьби з пластиковими відходами.

Як приклад вирішення цієї проблеми є метод створення біорозкладних пластиків.

Вчені з Каліфорнійського університета в Сан-Дієго (США) запропонували винайдений ними пластик TPU-FC1 вироблений з біорозкладанного термопластичного поліуретана, який не утворює стійких частинок при біорозкладанні.

Щоб перевірити цю гіпотезу, вчені дослідили мікропластик, утворений з біорозкладанного термопластичного поліуретана (TPU-FC1) і використали декілька методів для підтвердження його швидкого біорозкладання в ґрунтах.

Екстракція і кількісний аналіз частинок мікропластика показали, що частинки TPU-FC1 повністю розклались протягом 200 днів, в той час як аналогічні частинки, отримані з небіорозкладанного полімера, етилвінілацетата (EVA от *ethyl vinyl acetate*), не показали зменшення кількості частинок за той же період часу.

Ще одним прикладом такого матеріалу є полімер, створений на основі водоростей. В процесі дослідження було визначено, що протягом 90 днів у воді відбувається розкладання до мономерів 68% полімеру, а через 200 днів – 97% .

В той же час створити в лабораторних умовах новий екологічний біорозкладаний пластик – це лише частина вирішення проблеми забруднення навколишнього середовища мікропластиком.

Велику долю зусиль потрібно направити на впровадження у промислове виробництво екопластику замість звичайного пластику.

#### 4. ВИСНОВКИ

У зв'язку з тим, що забруднення мікропластиком навколишнього середовища з кожним роком набуває все більших масштабів і погрожує якості життя і здоров'ю живих організмів на Землі, вже в найближчий час потрібно сконцентрувати увагу на забезпеченні вирішення таких основних задач, як постійний моніторинг забруднення мікропластиком компонентів навколишнього середовища; розробка способів та засобів очистки гідросфери в цілому і в окремому випадку питної води; розробка і запровадження нових видів біорозкладанного пластику.

#### Список літератури

- [1] Mary Kosuth, Elizabeth V. Wattenberg, Sherri A. Mason, Christopher Tyree, Dan Morrison Synthetic Polymer Contamination in Global Drinking Water Final Report: May 16, 2017. URL: <https://orbmedia.org/invisibles-final-report>
- [2] Pelc C., Flynn H. PVC, other microplastics found in clogged arteries 12, 2024. URL: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/pvc-other-microplastics-found-in-clogged-arteries?fbclid=IwAR3vHDLyU-Bgxeqg87FuhXBaPl2w9SYZTuF2DBBeAHTP-ZuMQRfU7DMrR-8>
- [3] Ярмолич К. У воді, в повітрі, у нашому організмі: що таке мікропластик та чим це нам загрожує. URL: <https://uainfo.org/blognews/1561470972-u-vodi-v-povitri-u-nashomu-organizmi-shcho-take-mikroplastik.html>
- [4] Lozano Y.M., Aguilar-Trigeros C.A., Onandia G., Maab S., Zhao T., Rilling C. Effects of microplastics and drought on soil ecosystem function and multifunctionality. *Journal of Applied Ecology* 2021. V.58, Issue 5. P. 988-966 DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13839>
- [5] Zimin YuJia-Jia, Wang Liang-Ying Li, Zhanjun Eddy, Y.Zeng Drinking Boiled Tap Water Reduces Human Intake of Nanoplastics and Microplastics *Environmental Science & Technology Letters* 2024. 11, 3. P.273-279. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c00081>
- [6] Кікот Д. Біорозкладаний мікропластик, 2024. URL: <https://habr.com/ru/companies/ua-hosting/articles/802965/>