

Корисна модель призначена для відокремлення з речовини поверхневого шару донних відкладів мікропластикового матеріалу належить до галузі геології та екології.

В останні десятиліття набули активного розвитку у світі та в межах України геоекологічні дослідження поверхневого шару донних відкладів акваторій, як концентратора антропогенних забруднювачів, що надходять у водні екосистеми. Зокрема, найбільш представницькими складовими геологічного середовища морів для виявлення обсягів забруднення пластиком матеріалом, визначення його типів, походження та шляхів пересування, є поверхневий шар ДВ в межах різних акваторій.

Важливою складовою досліджень є процес пробопідготовки для лабораторних аналізів, що визначає якісне вилучення з маси ДВ частинок мікропластику зі збереженою формою і розмірами. Зібраний матеріал може використовуватись в різних сферах (наукові дослідження в екології, морській геології, хімії, сільському господарстві, медицині тощо) для оцінювання стану середовища та вивчення різноманітних природних процесів, для впровадження практичних екологічних заходів.

Підготовка відібраних зразків ДВ є найскладнішим етапом - процедура вилучення МП з мінеральної матриці заснована на процесі флотації в розчині з високою щільністю для відокремлення легкої полімерної компоненти, що спливає, від важкої мінеральної, що залишається на дні ємності. Визначення інструменту для перемішування зразку для прискорення процесів вивільнення мікропластикових частинок з органічній матриці проби та підйому їх на поверхню має велике значення. Для крихких осілих на дно частинок полімерів необхідне мінімальне механічне навантаження - надто активне перемішування (зокрема, лопатками) може призводити до втрати цільності пластикових фрагментів, та їх дезінтеграції. Зворотною проблемою є природні процеси фіксації МП (агрегування) в ДВ, недостатній ступінь дефрагментації яких призводитиме до "залипання" частинок полімерів у важкій фракції в ході процедури флотації і відсіювання їх разом з мінеральною складовою з проб.

Дослідження та експериментальні роботи засвідчили доцільність підбору готових побутових приладів з оптимальними характеристиками, невибагливих в обслуговуванні, економічно не затратних.

Необхідність тривалої роботи пристрою, зменшення частоти коливань, створення умов руху частинок при перемішуванні в різних напрямках, запобігання зайвим переливанням рідини з пробкою між різними ємностями обумовили підбір як робочого приладу шліфувальні машинки - класу електроінструментів для шліфування та полірування поверхонь з різних матеріалів.

Пристрій для сепарації* МП з донних відкладів - це конструкція, що використовується для відокремлення мікропластикових частинок з донних відкладів в ємності з речовиною для процедури флотації**.

*Сепарація (лат. separatio відокремлення) - в техніці, різні процеси розділення змішаних об'ємів різнорідних часток: сумішей твердих матеріалів, рідин різної густини, емульсій, твердих матеріалів, суспензій твердих частинок або краплинок в газі. До процесів сепарації належать всі методи збагачення корисних копалин, а також поділ по фазовому складу суспензій, пилогазових сумішей (знепилювання і пиловловлювання), емульсій (вода-нафта, вода-органічний екстрагенті т.д.) (<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>)

**Флотація (від фр. flottation) - спосіб розділення сумішей твердих дрібних частинок, що належать різним речовинам, а також виділення крапель дисперсної фази з емульсій, заснований на їх різній змочуваності і здатності накопичуватися на поверхні фаз. розділу

(<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>)

Він складається з основних компонентів:

1) машина плоскошліфувальна - електричний інструмент, який здійснює коливання поверхні платформи (підосви) із установленою ємністю з пробкою ДВ;

2) короб-станина - конструкція для кріплення плоскошліфувальної машини,

Основні функції пристрою наступні:

1) дозволяє проводити постійний рух ємності зі зразком з безперервним перемішуванням відкладів протягом тривалого часу у горизонтальній (частота коливання 70 об./хв) та вертикальній (160 Гц) площинах;

2) здійснює перемішування зразка ДВ в розчинах високої густини (1,8 г/см³);

3) забезпечує відсутність наявних контактів ДВ з елементами для перемішування (лопатки, гвинти, інше) та складні етапи пробопідготовки (просіювання проб, зміна щільності розчину), що впливає на результативність робіт.

Неруйнівні фізичні характеристики коливань дозволяють необмежене використання приладу терміном, який необхідний для надійного розділення маси зразка ДВ на унітарні за природою частинки та ефективного розділення їх за щільнісними характеристиками в розчині.

Відомий пристрій для сепарації МП такий як "Мюнхенський мікропластиковий седиментний сепаратор", який представляє собою єдиний комплекс для перемішування проб у розчинах з високою

густиною та можливістю відбору речовини з низькою щільністю після процедури флотації [1], що складається з контейнеру для відкладу, стояка з вбудованим двигуном, роздільної камери з інтегрованим тримачем фільтра та камерою для зразків.

Слід зазначити, що згаданий агрегат має постійне перемішування ДВ в конструкції на дні відстійника, яке відбувається встановленим ротором, що приводиться в рух електродвигуном (14 об./хв). Тобто відбувається безпосередній, хоч і повільний, механічний вплив залізних лопатей на речовину проби, що впливатиме на цілісність зразків та їх кількість.

Недоліком [1] є - об'ємна комплектація вузлів, складність в обслуговуванні, контакт зразка з металевими рухомими частинами приладу. Цей сепаратор достатньо габаритний конструктивно, коштовний у виготовленні, потребує та не завжди запобігає прямому механічному впливу на речовину проби.

Близьким аналогом до корисної моделі є ультразвукова ванна [2] з частотою коливань 40 кГц для очищення лабораторного, медичного, косметологічного та іншого інструменту. Облаштована функціями дегазації, нагрівання.

Недоліком [2] є - прилад утворює в речовині дрібні бульбашки, які контактують з речовиною відкладів, розкладаючи агреговані частинки на окремі компоненти. Хвильова розгортка разом з розсіюванням різної частоти та довжиною хвилі не забезпечує рівномірного розподіленого впливу в ємності для сумішей, також не відбувається якісного перемішування зразка, що призводитиме до неповного вилучення МП з матриці відкладів.

Близьким аналогом до корисної моделі є ультразвуковий стіл прямокутної форми [3] призначений для вібрації та розподілу, видалення повітряних бульбашок із матеріалів, забезпечує ущільнення, перевіряє міцність виробів вібраційного компактування різних речовин.

Недоліком [3] є - прилад працює з частотою (від перших десятків до перших сотень кГц), що створює ризик руйнування частинок полімерів, що вже зазнали критичної фази розкладання своєї структури під дією природних факторів.

Таким чином, подібні варіанти пристроїв мають окремі елементи, які схожі із запропонованим в патенті на корисну модель (принцип дії, конструкція), але конструктивно складні, екологічно небезпечні, набагато вартісні та енергозатратні.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити невибагливий ефективний пристрій спрощеної конструкції для сепарації МП з донних відкладів, який дозволяє отримати частинки мікропластику з маси ДВ зі збереженою формою та розмірами.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для сепарації мікропластику з донних відкладів, згідно з корисною моделлю, виконаний як платформа машини шліфувальної електричної, яка розташована горизонтально робочою поверхнею догори і зовні закріплена коробом-станиною для здійснення процесу зворотно-обертальних рухів.

У короб-станину зверху вертикально встановлені фіксатори ємності з пробою донних відкладів, а знизу закріплені підкладки-амортизатори.

Конструкція запропонованої корисної моделі, що складається з машини плоскошліфувальної (клас електроінструментів для шліфування та полірування поверхонь з різних матеріалів), (наприклад, вібраційна [шліфмашина Einhell TH-OS 1520, <https://epicentrk.ua/ua/shop/vibroshlifmashina-einhell-th-os-1520.html>] (фіг. 1а, 1б, п. 1) з шліфувальною платформою у формі прямокутної підшви (90 * 190 мм), вкритої гумою, яка розташована горизонтально робочою поверхнею шліфування догори (без шліфнасадок). Корпус машини зовні з трьох сторін закріплений коробом-станиною (фіг. 1а, 1б, п. 2), виготовленого з хвилепоглинаючого матеріалу (наприклад, дерева) прохідного розміру. Зверху коробка вертикально встановлені з твердого матеріалу (пластик, дерево) чотири фіксатори ємності (фіг. 1а, 1б, п. 3) з пробою речовини для процедури флотації (скляні посудини круглої форми) (фіг. 1а, 1б, п. 4) на платформі шліфувальної машини, які закріплюються залежно від габаритів ємності. Знизу коробка-станини закріплені гумові підкладки (фіг. 1а, 1б, п. 5), які запобігають пересуванню сепаратора по площині під власною вібрацією. Пристрій потребує з'єднання з джерелом електроживлення (220-230В, 50 Гц) (фіг. 1а, 1б, п. 6).

Процес сепарації МП з ДВ запропонованим пристроєм відбувається завдяки механічним коливанням і забезпечує ефективність за допомогою комбінації таких параметрів, як вертикальні коливання (вібрація) платформи для ємності з ДВ в речовині для процедури флотації та зворотно-поступальні (орбітальні) рухи зазначеної платформи, що сприяють активному безконтактному перемішуванню речовини (фіг. 2). В процесі перемішування частинки МП спливають на поверхню речовини, а мінеральна складова залишається на дні ємності.

Також умовою ефективності вважається якісна хвильова розгортка, що разом з розсіюванням оптимальної частоти та довжиною хвилі ефективно впливає на активні та мертві зони в ємності для виділення МП. Це призводить до більш рівномірного та ефективного руйнування матриці ДВ та вивільнення частинок МП з неї.

Робочим вузлом пристрою є прямокутна платформа шліфувальної машини з гумовою накладкою (фіг. 1а п. 7; фіг. 2; фото), на яку встановлюється ємність із пробою ДВ (фіг. 1а, 1б п. 4) для процесу

флотації (після проведеної лабораторної пробопідготовки), закріплена фіксаторами ємності (фіг. 1а, 1b п. 3). Перемішуванню пристрою на робочій поверхні запобігають гумові накладки (фіг. 1а, 1b п. 5), пристрій підключається до мережі живлення (фіг. 1а, 1b, п. 6). Процес сепарації здійснюється шляхом швидких зворотно-поступальних рухів платформи з частотою обертання 70 об./хв та вертикальних коливань (160 Гц).

Створений нами на базі машинки шліфувальної сепаратор [4], дозволяє проводити безперервне перемішування відкладів в речовині для процедури флотації протягом тривалого часу забезпечуючи постійний рух ємності з речовиною у горизонтальній площині (70 об/хв) та її постійні коливання з частотою 160 Гц по вертикалі.

Завдяки розділенню сепаратора та ємності зі зразком, утворюється можливість послідовного проведення операції для декількох зразків у різній тарі, залучення приладів для роботи зі зразками на наступних етапах досліджень. Одночасно така операція виключає прямий механічний вплив на речовину зразку засобів для перемішування (лопаті, лопатки, інше), обмежуючи частинки рухом за умов гідродинамічного збурення, тертям між собою та об стінки судини.

Цінність пристрою полягає:

- в можливості отримання мікропластику неруйнівними методами сепарації ДВ у речовині для процедури флотації;
- розмір робочої платформи, наявність елементів-фіксаторів дають можливість роботи з ємностями різного об'єму;
- не потребує особливих вартісних вкладень.

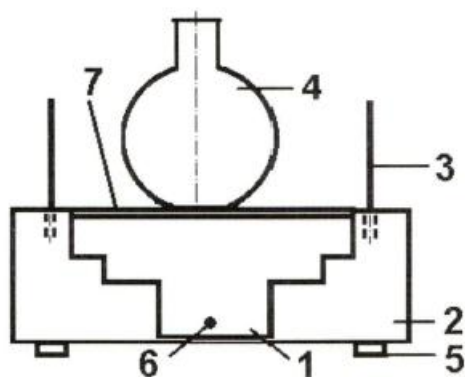
Новизна запропонованого пристрою полягає в тому, що:

- спрощує процедуру ефективного та неруйнівного вилучення МП з мінеральної матриці для подальшої візуальної і апаратурної ідентифікації частинок полімерів в складі відсепарованої речовини (кількісні та якісні показники);
- виключає прямий механічний вплив на речовину зразку засобів для перемішування (лопаті, лопатки, інше);
- компактність та низьке споживання струму пристроєм дозволяє застосовувати його в різних, зокрема експедиційних, умовах.

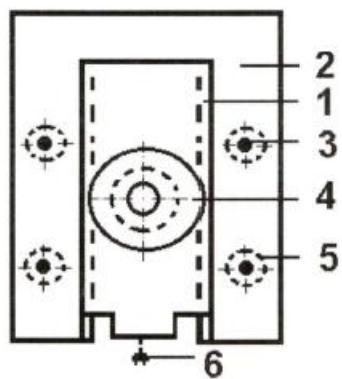
Запропонований невибагливий ефективний пристрій спрощеної конструкції для сепарації МП з донних відкладів, який дозволяє отримати частинки мікропластику з маси ДВ зі збереженою формою та розмірами.

Джерела інформації:

1. Imhof H.K., Schmid J., Niessner R., et al. A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments. *Limnology and Oceanography: Methods*. V. 10 (7). P. 524-537. <https://doi.org/10.4319/lom.2012.10.524>
2. Інтернет посилання: https://lab-express.com.ua/ua/p_1460016090-ultrazvukovaya-varma-j_eken.html
3. Інтернет посилання: <https://prom.ua/ua/p1044409721-vibrosto1-150w-pryamougolnyj.html>
4. Ємельянов В.О., Наседкін Є.І., Куковська Т.С., Довбиш С.М. Засіб для ефективної сепарації мікропластикових частинок з донних відкладів. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2024. 20, № 2: 70-81. <https://doi.org/10.15407/gpimo2024.02.070>



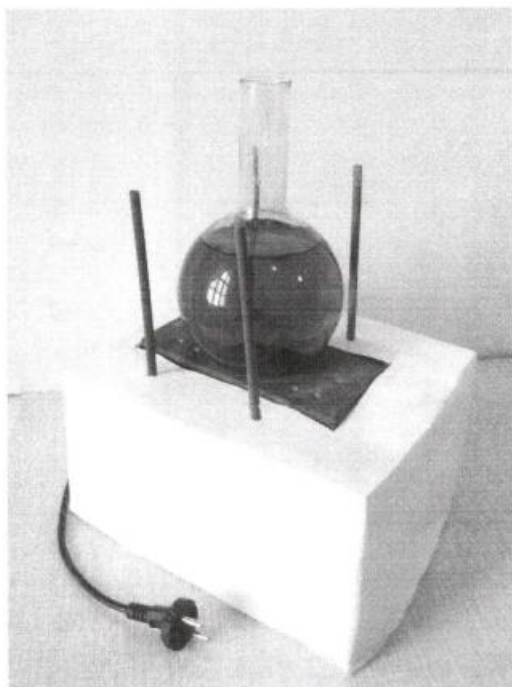
Фіг. 1а



Фиг. 16



Фиг. 2



Фото