

Шифр «Пластик»

НАУКОВА РОБОТА

на тему:

«ПЛАСТИК ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я
ЯК СКЛАДОВА МОРСЬКОГО СМІТТЯ»

2020

Зміст

Вступ	3
1 Особливості пластикових відходів.....	6
2 Оцінка масштабів накопичення пластикових відходів в регіонах Північно-Західного Причорномор'я.....	12
3 Пластик твердих побутових відходів прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я як складова морського сміття... 	16
Висновки	22
Перелік посилань.....	25

Вступ

Однією з передумов забезпечення екологічної безпеки і реалізації концепції сталого розвитку є створення ефективної системи управління і поводження з відходами виробництва та споживання. В Україні, що займає лідируючі позиції в світі за рівнем техногенного навантаження на одиницю території, рішення проблеми ефективного управління та поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) відносять до пріоритетів національної безпеки. Однак, внаслідок недосконалості нормативно-правової бази та неефективного державного управління, ситуація в сфері управління та поводження з ТПВ та їх складовими, як і раніше, залишається незадовільною.

Серед ресурсоцінних компонентів ТПВ особливе місце займає пластикова складова, джерелом якого є виробнича сфера та сфера обслуговування населення. Виробничі підприємства та підприємства сфери обслуговування є компактними, а населення – розподіленим джерелом відходів пластикових матеріалів (ВПМ).

Для ВПМ в регіонах України не існує чітко визначеної системи поводження. Можливі способи поводження з ВПМ: депонування на звалищах/полігонах ТПВ; спалювання (з/без одержання енергії); переробка і використання у якості вторинної сировини. Найбільша перевага віддається запобіганню утворенню ВПМ, а серед способів переробки найвищий пріоритет має їх повторне використання відходів, оскільки його негативний вплив на довкілля є мінімальним, а найменший – захоронення на звалищах і полігонах ТПВ. Спалювання ВПМ та їх переробка на ВМР й енергію посідають проміжне положення в ієрархії поводження з ними.

Недосконалість системи поводження з ТПВ, зокрема, з їх пластикової складової в прибережній зоні Північно-Західного Причорномор'я є важливим фактором формування морського сміття в Чорному морі, морфологічний склад якого на 83% представлений пластиком.

Таким чином, проблема виокремлення ВПМ із загального потоку ТПВ та їх переробка і утилізації є *актуальною* екологічною і соціально-економічною проблемою.

Метою дослідження є визначення масштабів утворення пластику у складі твердих побутових відходів Північно-Західного Причорномор'я та оцінка його ролі у формування морського сміття в акваторії Чорного моря.

Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні *задачі*:

- 1) навести характеристику особливостей пластикових відходів;
- 2) надати оцінку масштабів збирання і накопичення, утворення пластикових відходів в регіонах Північно-Західного Причорномор'я;
- 3) проаналізувати можливий вклад пластикових відходів прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я в формування морського сміття.

Об'єктом дослідження є пластикова складова твердих побутових відходів України, а *предметом дослідження* – пластик твердих побутових відходів Північно-Західного Причорномор'я як складова морського сміття в акваторії Чорного моря.

Матеріали і методи дослідження. Методологічною основою роботи є критичний аналіз існуючої інформації щодо масштабів генерації ВПМ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я у зв'язку з оцінкою їх можливого внеску у формування морського сміття в акваторії Чорного моря. При виконанні роботи були використані опубліковані дані вітчизняних і зарубіжних авторів, а також матеріали власних доробок.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у виявленні масштабів генерації ВПМ в регіонах Північно-Західного Причорномор'я та оцінці їх можливого внеску в формування морського сміття.

Практичне значення отриманих результатів полягає у визначенні можливостей виокремлення ВПМ із загального потоку ТПВ та обґрунтуванні їх переробки і утилізації.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконані всі етапи роботи – від збору, узагальнення і обробки інформації до формулювання основних положень та висновків.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження роботи доповідалися на: VI Міжнародній науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, ХНАДУ, 23 жовтня 2020 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (Херсон, Херсонський державний аграрний університет, 22-23 жовтня 2020 р.); I Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні питання охорони праці у контексті сталого розвитку та Європейської інтеграції України» (Харків, Харківський національний університет імені О.М. Бекетова, 9-11 листопада 2020 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти «Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції» (Житомир, НУ «Житомирська політехніка», 12 листопада 2020 р.).

Основні результати дослідження включені в проміжний звіт по НДР кафедри екології та охорони довкілля ОДЕКУ за темою «Техногенне навантаження на складові довкілля регіонів Північно-Західного Причорномор'я» (2020 р.).

Публікації. Основні положення роботи опубліковані в матеріалах вищезгаданих конференцій, а також у журналі «Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Екологія». 2020. Вип. 23», який входить до переліку фахових періодичних видань України.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань (15 найменувань). Робота містить 1 таблицю, 3 рисунка. Загальний обсяг роботи - 25 сторінок.

1 Особливості пластикових відходів

Завдяки дешевизни, міцності, зносостійкості, довговічності, несхильності корозії та інших властивостей пластикові матеріали витісняють виробни з металу, дерева та ін. За період 1950-2015 рр. в світі випущено 8,3 млрд. т виробів з пластикових матеріалів, причому 50% від цього обсягу вироблено за 2000-2015 рр.; обсяги світового виробництва пластикових матеріалів щорічно збільшуються на 8,4%. Основними сферами споживання пластикових матеріалів є: тара і упаковка (40%), будівництво (21%), автомобільна промисловість (8%), електроніка (5%), а також авіакосмічна галузь, суднобудування, транспорт і зв'язок, легка і харчова промисловість, побутова техніка тощо (26%). Постійне зростання обсягів світового виробництва і використання пластику зумовило істотне збільшення кількості відходів пластикових матеріалів (ВПМ). При існуючих трендах виробництва і використання до середині ХХІ століття земна поверхня може стати забрудненою 12 млрд. т ВМП [1]. Лише невелика частина ВМП придатна для переробки з економічних або технічних міркувань. Наприклад, протягом 1950-2015 рр. з майже 5 млрд. т виробленого пластику лише 12% було перероблено (утилізовано).

Відповідно до даних Агентства з охорони навколишнього середовища США (United States Environmental Protection Agency; EPA), якщо в 1960-х роках ВМП становили менше 1% твердих побутових відходів (ТПВ), то в 2011р. цей показник вже перевищив 12% ТПВ. Практичне розв'язання усіх проблем на стадіях життєвого циклу ПМ (видобуток ресурсів – виробництво–використання – утилізація), має бути відображено у відповідних стандартах, як на світовому рівні, так і на рівні держави, і на рівні підприємства [2].

За місцем утворення ВМП розділяються на 3 групи: 1) технологічні відходи виробництва, які виникають при синтезі та переробці термопластики; 2) відходи виробничого споживання утворюються в результаті виходу з ладу виробів з пластику, що використовуються в різних галузях народного

господарства (амортизовані шини, тара і упаковка, деталі машин, відходи сільськогосподарської плівки, мішки з-під добрив і т.д.); 3) відходи суспільного споживання, які накопичуються у селітебній зоні, на підприємствах громадського харчування і т.д., а потім потрапляють на звалища ТПВ (зрештою вони переходять в нову категорію відходів – змішані відходи) [3].

За рівнем складності утилізації поділяють також на три групи: 1) ВПМ з хорошими властивостями (чисті, розсортовані, легко утилізуються і при переробці можливе використання до 90% подібних матеріалів); 2) ВПМ з середніми властивостями (містять певну кількість поллютантів, потребують сортування і їх переробка пов'язана з додатковими витратами з відбору, миття і т.д., а тому у переробку надходить 20-30% від їх початкової кількості); 3) ВПМ, що важко утилізуються (сильно забруднені і змішані відходи, їх переробка в більшості випадків не рентабельна) [3].

Для переробки ВПМ спочатку збираються і сортується згідно з інтернаціональною системою маркірування у вигляді трикутника, утвореного стрілками з цифрою всередині:

1. *Поліетилентерфталат (PETE)* – пляшки з під води, прохолодних напоїв, соків, рослинних олій; упаковки для різного роду порошків, сипких харчових продуктів тощо. При багаторазовому використанні виділяє в продукти бісфенол та інші шкідливі речовини. Добре піддається переробці і повторному використанню, але у білих у пляшках міститься полівінілхлорид або свинцеві білила, тому вторинні гранули небезпечні для виробництва нових товарів.

2. *Поліетилен високої щільності (HDPE)* – пакети з під води і молока; пляшки для відбілювачів, шампунів, мийних та чистячих засобів; харчова плівка кришечки для пляшок; пакети і каністри для моторної та інших машинних олів тощо. Вироби вважаються безпечними для здоров'я людини. Він здатний виділяти формальдегід, який негативно впливає на органи

дихання, шкірний покрив і нервову систему. Добре піддається переробці і повторному використанню.

3. *Полівінілхлорид (PVC)* – упаковки рідин для побутової хімії і харчових продуктів; пляшки з під води рослинних олій; матеріал для виготовлення дитячих іграшок, лінолеуму, меблів, труб, ізоляції проводів і кабелів. Цей пластик містить канцерогені і найбільш небезпечний пластик для здоров'я людини. Процес виробництва, використання та утилізації полівінілхлориду супроводжується утворенням діоксинів та інших токсичних речовин. Практично не піддається переробці.

4. *Поліетилен низької щільності (LDPE)* – пакети, гнучкі пластикові упаковки та пластикові пляшки. Добре піддається переробці і повторному використанню, але з 2017 р. пункти прийому вторсировини в Україні його не приймають.

5. *Поліпропілен (PP)* – відра і посуд для гарячих страв; одноразові шприці, мішки для цукру; труби; бампери; контейнери для заморожування харчових продуктів; пляшки для сиропу та кетчупу; кришечки для пляшок; стаканчики для йогурту, диски тощо. Переробляється.

6. *Полістирол (PS)* – одноразовий посуд; піддони для м'яса та птиці; контейнерів для їжі і яєць; стаканчики для йогуртів; теплоізоляційні плити; дитячі іграшки тощо. Переробляється.

7. *Інші види пластику (OTHER)* – багатошарова упаковку, або упаковка із суміші різних пластиків або не вказані вище полімери; пляшечки для дітей; іграшки; кулери для води. Не переробляються.

Відсортований пластик розплавляється у зручні для транспортування форми, які пізніше використовуються як сировина для виготовлення будь-яких пластикових виробів. Наприклад, вторинний пластик іде на виготовлення господарських сумок, одягу, каналізаційних труб і склопакетів. Останнім часом також набувають популярності технології деполімеризації пластиків. Вони дозволяють розкладати пластики на мономери, з яких згодом виготовляють нові полімери того ж типу. Може застосовуватися також і

хімічна деполімеризація. В особливих випадках (складність розкладання на окремі типи смол або високий ступінь забруднення) використовують термальну деполімеризацію (піроліз, газифікацію). Це дозволяє розкласти пластики на рідкі складові, які можуть бути використані як ресурси замість нафтопродуктів.

Значна частка ВПМ (майже 80%) не здатна до біодеградації і знаходиться в складі наземного і морського сміття, що негативно відбивається на екологічних умовах. Теоретично, майже всі ВПМ в кінцевому підсумку можуть розкладатися в процесі біодеградації навіть у відкритому середовищі, хоча для деяких із них це займе сотні років і навіть більше. Розгляд процесу біодеградації ВПМ в якості способу запобігання забруднення має практичний сенс за умови, якщо тільки це пов'язано з «розумними» тимчасовими рамками. Оскільки в природних умовах процеси біодеградації ВМП відбуваються дуже повільно і довго (поліетиленовий пакет – 200 років, пластикова пляшка з поліетилентерефталату – 400-500 років, одноразові підгузники – 500 років, а вироби з пінополістиролу практично не розкладаються), то пропонується: звести використання пластикових виробів, що утворюють ВПМ, до мінімуму; сортувати ВПМ і здавати на переробку (утилізацію); використовувати багаторазові альтернативи (тканинні сумки і т.д.); зменшити час деградації ВПМ в навколишньому середовищі за допомогою внесення добавок до їх складу (крохмаль, целюлоза тощо); замінити звичайний пластик на біопластик тощо. Відомо, що біопластик виготовляється з рослинного матеріалу (технічних культур) і органічних відходів (залишків після переробки риб і креветок тощо). Частка пластику на біологічній основі, зазвичай, складає 30-50%, а інша частина пластику (50-70%) припадає на звичайний пластик, виготовлений на основі вуглеводневої сировини. Проте, технологіям створення пластикових матеріалів на біологічній основі приділяється велика увага у багатьох країнах.

Іншою альтернативою вважається використання так званого «оксопластику» (оксорозкладного пластику), для перетворення якого на

поліетилен та інші поширені види пластику при виробництві вводять добавки на основі солей перехідних металів (*Co*, *Ni*, *Fe*) для більш швидкої фрагментації під впливом ультрафіолетових променів і тепла. Під дією тепла і ультрафіолетових променів зменшується молекулярна вага оксопластику до рівня, необхідного для споживання мікроорганізмами. Оксорозкладні домішки мають прискорювати фрагментацію звичайних пластикових матеріалів, але темп їх розкладання значно змінюється в залежності від температури, інтенсивності світла і вологості. З огляду на те, що ці абіогенні фактори постійно змінюються в залежності від часу і місця, то виявляється практично неможливим проходженням процесів біодеградації виробів із оксопластику в природних умовах. Вважається, що оксопластик непридатний для компостування і піддається лише анаеробному розкладанню, а його швидка біодеградація неможлива на звалищах ТПВ і в морському середовищі. Наявність оксопластику серед маси звичайних пластикових матеріалів, що переробляються, може привести до низької якості одержуваної вторинної сировини. Виходячи з вищевикладеного, Європейська комісія рекомендувала ввести заборону на використання оксорозкладних пластиків на території ЄС [4]. Ця позиція Європейської комісії зафіксована і в «Проекті Закону про обмеження обігу пластикових пакетів на території України» від 18.09.2019 р., який передбачає з 01.01.2022 року заборону розповсюдження у мережі роздрібної торгівлі та об'єктах ресторанного господарства: надлегких пластикових пакетів; легких пластикових пакетів; оксорозкладних (оксобіорозкладних) пластикових пакетів. Заборона не поширюється на біорозкладні пластикові пакети, а також на надлегкі пластикові пакети шириною до 225 мм (без бокових складок), глибиною до 345 мм (з урахуванням бокових складок), довжиною до 450 мм (з урахуванням ручок), призначених для пакування та (або) транспортування свіжої риби і м'яса, а також продуктів з них: сипучих продуктів, льоду, які використовують у об'єктах роздрібної торгівлі в якості первинної упаковки. Доречно зазначити, що за оцінками експертів ООН, кожен хвилину в світі

використовують приблизно 10 млн. пластикових пакетів, а на одного жителя України, в середньому, припадає близько 500 використаних одноразових пакетів на рік[5].

Політика ЄС у сфері поводження з ТПВ спрямована на побудову максимально екологічно безпечної системи поводження з потоками ТПВ. У Директиві № 2008/98/ЄС пріоритетними цілями політики щодо поводження з ТПВ визначено охорону довкілля, мінімізацію негативного впливу утворення і поводження з ТПВ на навколишнє середовище та здоров'я людини. Директива визначає основні принципи організації системи поводження з ТПВ і вимоги до неї. Згідно із зазначеною Директивою, під час вибору методів поводження з ТПВ слід керуватися принципами екологічної безпеки та економічної ефективності. Усі методи поводження з ТПВ представлено у вигляді так званих «сходів Лансінка» («ієрархії ТПВ»): захоронення → спалювання (з виробленням енергії) → компостування → переробка → повторне використання → запобігання утворенню. Найбільша перевага віддається запобіганню утворенню ТПВ, а серед способів переробки найвищий пріоритет має повторне використання відходів, оскільки його негативний вплив на довкілля є мінімальним, а найменший – захоронення ТПВ на звалищах і полігонах. Спалювання ТПВ та їх переробка на ВМР й енергію посідають проміжне положення в ієрархії. Передбачається, що паралельно з розвитком системи поводження з ТПВ відбуватиметься поступовий рух догори «сходами», тобто почнуть переважати більш екологічно-безпечні методи поводження з ними [6].

Спроби перетворення пластику на паливо зводяться до того, що одні відходи трансформуються в інші, оскільки при спалюванні пластику викиди містять *Hg*, *Pb*, *Cd* та інші важкі метали, стійкі органічні полютанти (діоксини, фурани), шкідливі гази тощо. Спалювання пластикових матеріалів на відкритому повітрі становить серйозну загрозу для довкілля і здоров'я населення, тому Програма ООН з довкілля (UNEP) вважає це екологічно неприйнятним процесом.

2 Оцінка масштабів накопичення пластикових відходів в регіонах Північно-Західного Причорномор'я

За даними «Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» [7] обсяги утворення ТПВ збільшуються, навіть незважаючи на те, що протягом останніх 20 років чисельність населення України постійно скорочується. Домінуючим способом поводження з ТПВ залишається, як і раніше, їх вивезення та захоронення на полігонах і сміттєзвалищах (а це 94% від загальної кількості). Тому передбачається зменшення загального обсягу захоронення ТПВ з 95% до 30%, налагодження обліку відомостей про номенклатуру та обсяги відходів на стадіях виникнення, переробки, утилізації та захоронення. В Україні на звалищах втрачаються тонни цінної сировини та матеріалів, при цьому 40% з них припадає на ТПВ. Відсутність переробки має своїм наслідком утрачену вигоду в розмірі близько 5 млрд грн щороку. За даними Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України у 2011 р. перероблялося лише 35% ВПМ [6].

Серед ресурсоцінних компонентів особливе місце займають ВПМ, джерелами яких є виробнича сфера та сфера обслуговування населення. Основними сферами споживання ПМ в Україні є: будівництво (27%), тара і упаковка (27%), автомобілебудування (8%), виробництво меблі (8%), електроніка (7%), товари широкого вжитку (4%), агропромисловість (2%), інші галузі (17%) [8].

Структура ТПВ є вирішальним чинником для розвитку системи їх поводження, оскільки якісний склад ТПВ визначає вимоги до їх збору та утилізації, а також заходи, які мають застосовуватися в межах поводження з ними. Роль цього показника суттєво зростає при необхідності вибору моделей переробки ТПВ. На жаль, до сьогодні в Україні не здійснювалися систематичні дослідження структури ТПВ. Єдиними джерелами статистичних даних можуть слугувати невеликі дослідження, які проводилися операторами ТПВ та відповідними асоціаціями в той чи інший

час у тих чи інших регіонах. Їх результати суттєво різняться між собою. Наприклад, за даними Шостого національного повідомлення України з питань зміни клімату до структури ТПВ входять 9-13% ВПМ [6], а за іншими даними [9] по п'яти містам України вміст пластикових матеріалів у складі ТПВ коливається в межах 8,7-16,6% (середній вміст 12,9%). Для порівняння в розвинених країнах на ВПМ приходиться, в середньому, 11% від обсягу ТПВ.

Усереднений морфологічний склад ВПМ України представлений таким чином: поліетилен – 31%; поліетилентерафталат – 20%; полівінілхлорид – 14%; поліпропілен – 10%; полістирол – 4%; інші полімерні відходи – 17%. Переробкою ВПМ зайнято 39 підприємств з виробничою потужністю 260 тис. т при завантаженості 170 тис. т (в т. ч. 53,4 за рахунок імпорту ВПМ). Крім того, 19 підприємств потужністю 77 тис. т при завантаженості 50 тис. т складають підприємства по переробці пляшок із поліетилентерафталату. Оскільки наявні підприємства з переробки ВПМ недовантажені на 35% і працюють частково на імпортній сировині, в той час, як щорічно на звалищах (полігонах) ТПВ розміщується велика кількість ВПМ. Якщо імпорт ВПМ у 2015-2019 рр. варіював в діапазоні 16,1-68,4 тис. т/рік при вартості \$ 7,6 млн – 89,8 млн, то експорт ВПМ у ці році коливався лише в діапазоні 0,5-1,0 тис. т при вартості \$ 0,3 млн – 1,4 млн [9], а тому проблема вилучення ВПМ із потоку ТПВ України є вкрай актуальною задачею.

Станом на 2019 рік в Одеській області налічувалося 528 звалищ (полігонів), в Миколаївській області – 267, в Херсонській – 54. Причому, майже 17% звалищ (полігонів) в Одеській області і майже 26% в Миколаївській області не відповідали нормам екологічної небезпеки [10]. Про масштаби утворення і накопичення ТПВ в областях ПЗП опосередковано можна судити за даними щодо обсягів збирання ТПВ за офіційним джерелом інформації «Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2015-2019 рр.» (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Обсяги збирання твердих побутових відходів в областях
Північно-Західного Причорномор'я

Обсяг збирання ТПВ, т	Одеська область	Миколаївська область	Херсонська область
2019 рік	846 741	219 751	177 316
2018 рік	1 524 439	268 900	194 968
2017 рік	1 595 950	305 500	170 948
2016 рік	1 530 455	339 900	201 136
2015 рік	1 200 048	289 500	232 190

Виходячи з даних, наведених в таблиці 2.1, протягом останніх п'яти років, обсяги збирання ТПВ, в середньому, склали в Одеській області – 1339527 т/рік, в Миколаївській області – 284710 т/рік, в Херсонській – 195317 т/рік.

На території Одеської, Миколаївської і Херсонської областей щорічні обсяги збирання ТПВ протягом 2015-2019 рр., в середньому, сягали 1,82 млн т, та були спрямовані на звалища («полігони»). З урахуванням того, що системою збирання ТПВ охоплено приблизно 2/3 населених міст Одеської, а в інших двох областях понад 90%, то обсяги утворення ТПВ лише в Одеській області (1,4 млн т/рік) можуть досягати 1,8 млн т/рік. Слід зазначити, у звіті з аналізу існуючого стану системи поводження з ТПВ в Одеській області за 2013-2017 рр.» (підготовлено Проектом USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні») обсяги можливого утворення ТПВ в Одеській області оцінюються приблизно в 1,3 млн т/рік (при чисельності населення 1396 тис. чоловік).

За даними [10] в 2019 р. обсяги збирання ТПВ в Одеській області склали 846 741 т, а заготівельні пункти вторинної сировини прийняли 1696 т (0,2% від кількості зібраних); в Миколаївській області обсяги збирання склали 219 751 т, а заготівельними пункти вторинної сировини прийняли 37351 т (17% від кількості зібраних); в Херсонській області обсяги збирання склали 177 316 т, а заготівельними пункти вторинної сировини прийняли 3,05 т (0,002% від кількості зібраних). Від зібраних обсягів ТПВ, наприклад,

в Одеській області жодних ВПМ не було спрямовано на переробку та/або утилізацію.

Якщо вважати, що частка ВПМ у потоці побутового сміття складає 12,9% [7], то на території Одеської, Миколаївської і Херсонської областей ПЗП щороку у складі зібраних ТПВ лише протягом 2019 р. видалено на звалища («полігони») майже 160 тис. т ВПМ, а з урахуванням неповного охоплення системою збирання ТПВ населених пунктів території дослідження (особливо в Одеській області) і наявності численних несанкціонованих звалищ, щорічні обсяги утворення ВПМ можуть досягати приблизно 200 тис. т. З урахуванням середнього вмісту полівінілхлориду (14%) і інших полімерних відходів (17%), які не переробляються, загальна кількість ВПМ, приданих для переробки буде складати приблизно 140 тис. т, що можна порівняти з завантаженістю діючих підприємств по переробці ВПМ в Україні [7]. Вартість цієї невикористаної вторинної сировини складає 600 тис. гривень (із рахунку 1 кг ВПМ – 3 грн.). Слід зазначити, що компанія «Вторресурси» в межах Одеського регіону здійснює прийом пластикових пляшок від 5 кг (от 100 кг – 5,5 грн./кг, от 150 кг – 6,0 грн./кг, а тому з урахуванням значної частки поліетилентерафталату (20%), вартість цієї вторинної сировини може бути декілька більше.

Кількість ВПМ у вигляді використаних одноразових захисних масок і рукавичок, флаконів дезінфікуючих рідин, упаковок для продуктів харчування під час епідемії COVID-19 істотно збільшилася, що ускладняє поводження з ними у складі ТПВ. За рахунками ВООЗ, щомісячно для боротьби з COVID-19 потрібно 89 млн медичних масок і 76 млн рукавичок. ВПМ із закладів охорони здоров'я можуть містити віруси, бактерії та залишки небезпечних препаратів, а тому вони до утилізації вимагають знезараження. Вважається, що коронавірус на ВПМ існує 5-7 днів, тому їх потрібно герметично упаковувати, а потім знешкоджувати, наприклад, шляхом інсінерації.

3 Пластик твердих побутових відходів прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я як складова морського сміття

Широке використання пластикових матеріалів призводить до їх фрагментації і утворенню крихітних часток мікропластику розміром від 0,5 мм до 5,0 мм, які знаходяться в атмосферному повітрі, природних водах, ґрунтах, продуктах харчування та пероральним і/або інгаляційним шляхами потрапляють до організму людини. Первинний мікропластик – це дуже дрібні частинки пластику, які спеціально додають у вироблений продукт (гелі для душу, зубні паста та ін.), а вторинний мікропластик – дрібні частинки, що утворюються при руйнуванні більших шматочків (синтетичних фарб і тканин, автомобільних шин тощо). Дотепер вважалось, що мікропластик в продуктах харчування, питній воді і в повітряному басейні не становив загрози людському здоров'ю, але новітні дослідження показали, що потрапляння мікропластику в організм людини може привести до безлічі захворювань (онкологічні, кровотворної системи, захворювання кишечника, ревматоїдний артрит, пошкодження генетичної інформації і ін.) [11].

Основною складовою морського сміття є ВПМ з суші, що і утворюються при переробці пластику, використанні пластикової упаковки, використанні пластику в сільському господарстві і будівництві, при здійсненні рекреаційної діяльності у межах прибережної смуги тощо. Спроби перетворення ВПМ на паливо зводяться до того, що одні відходи трансформуються в інші, оскільки при спалюванні пластику викиди містять *Hg*, *Pb*, *Cd* та інші важкі метали, стійкі органічні полютанти (діоксини, фурани), шкідливі гази тощо. Спалювання пластикових матеріалів на відкритому повітрі становить серйозну загрозу для довкілля і здоров'я населення, тому Програма ООН з довкілля (UNEP) вважає це екологічно неприйнятним процесом.

Вважається, що джерелами морського сміття на 80% є наземні відходи виробництва та споживання і лише на 20% – відходи, що утворюються у межах морського басейну (судноплавство, рибальство і т. д.). Під впливом повітряних та водних потоків морське сміття дрейфує по поверхні або в товщі морської води, його важкі складові осідають на дно і накопичуються там, а частина прибивається хвилями до берегової лінії. Морське сміття переноситься на великі відстані від місця його утворення, забруднює значні

площі Світового океану і негативно впливає на екологічні та соціально-економічні умови, а саме: є причиною травм або смерті, втрат прибутків і справжніх суспільних цінностей; спричиняє значні економічні збитки рибальству, аквакультури, судноплавству і сектору туризму; впливає на місця існування комерційно значимих промислових видів морських організмів, а також на добробут і збереження вразливих або вимираючих видів тощо [12].

До складу морського сміття входять ВПМ (поліетилен, поліетилентерефталат, полівінілхлорид, поліпропілен, комбіновані матеріали на основі паперу і картону тощо), медичні відходи, сільськогосподарські відходи, деякі промислові відходи, сміття з суден, рибальські снасті тощо. Теоретично, майже всі ВПМ в кінцевому підсумку здатні до біодеградації навіть у відкритому середовищі, хоча у деяких цей процес займе сотні і більше років. Розгляд процесу біодеградації ВПМ в якості способу запобігання забрудненню має практичний сенс, тільки якщо це пов'язано з «розумними» тимчасовими рамками. Процес біодеградації ВПМ особливо утруднений в умовах морського середовища, а тому їх трансформація обмежується, в основному, процесами фізико-хімічної деструкції і диспергування.

За аналогією з іншими частинами Світового океану можна припустити, що джерелом переважної частини (до 80%) морського сміття в північно-західній частині Чорного моря є відходи виробництва та споживання, що генеруються в прибережній зоні. Нагадаємо, за визначенням Європейської комісії, прибережна зона (*CoastalZone*) – це смуга суші і моря, ширина якої варіює в залежності від характеру навколишнього середовища та завдань управління. Вона іноді співпадає з адміністративними межами або одиницями планування. Природні приморські системи і території, де людина здійснює свою діяльність, що тісно пов'язана з використанням ресурсів узбережжя, можуть сягати від міжприбережних вод набагато кілометрів вглиб суші. З урахуванням того, що Чорне море впливає на кліматичні умови південного узбережжя України (оскільки дія теплого моря взимку поширюється вглиб території України на 140 – 280 км), то територію Одеської, Миколаївської і Херсонської областей можна розглядати якприбережну зону ПЗП.

Значна частина ВПМ із звалищ і полігонів ТПВ повітряними потоками виносяться в річкову мережу ПЗЧ, а при близькості їх до прибережної смуги, і безпосередньо потрапляє в акваторію північно-західної частини Чорного моря. На прикладі Одеської області можна уявити значну кількість зелених «точок» (звалищ) і коричневих «точок» (полігонів) ТПВ (рис. 3.1)

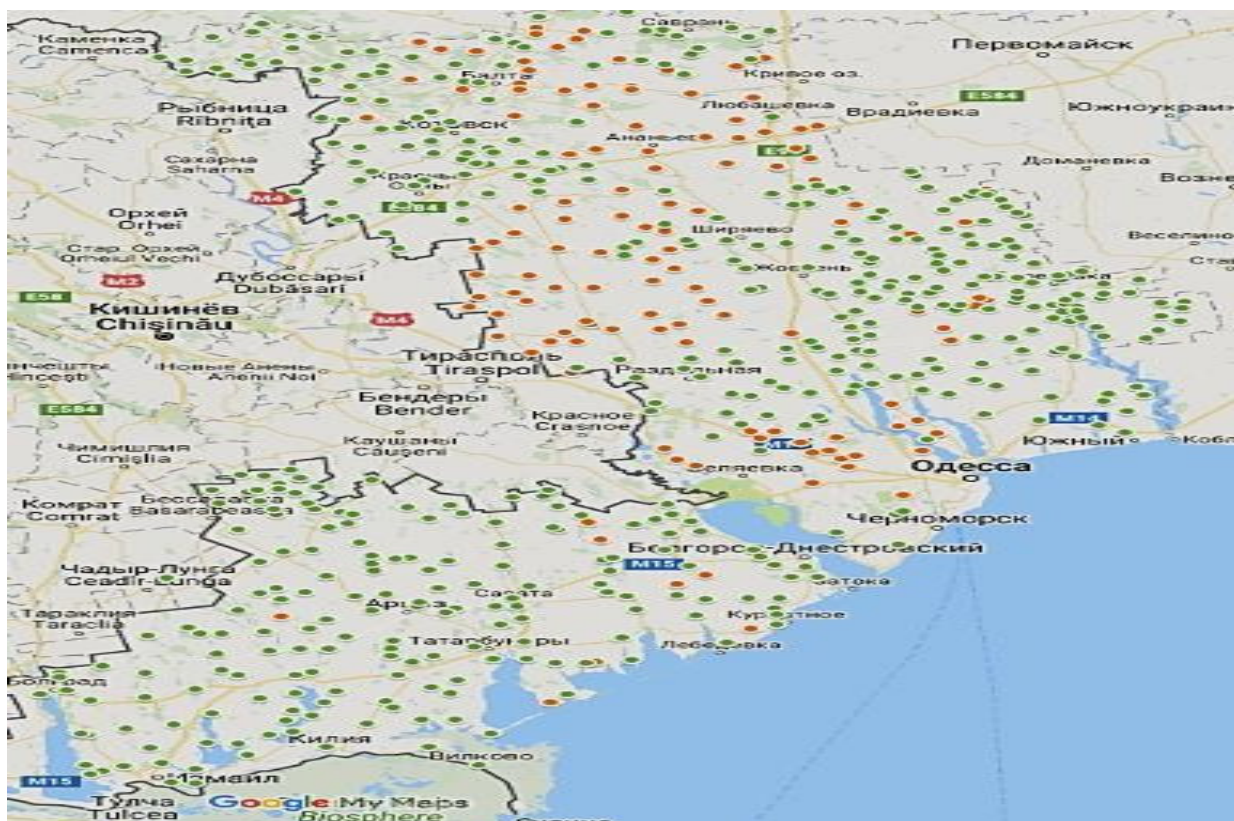


Рис. 3.1– Звалища і полігони ТПВ на території Одеської області (Проект USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні», 2017)

Слід зазначити, що щільність пластикових матеріалів близька до щільності води, тому вони легко виносяться з водозборів великих річок (Дунаю, Дністра, Південного Бугу і Дніпра), а також численних середніх і малих річок.

Практично вся берегова смуга ПЗЧ, що складає протяжність понад 720 км, активно використовується в рекреаційних цілях і особливо в теплий період року. Лише в Одеської області 207 км є придатними та вибірково придатними зонами для рекреації при загальній довжині берега у 394 км

Враховуючи норми рекреаційного навантаження на приморські природні комплекси (300–500 осіб/км²) та велику кількість неорганізованих рекреантів у теплий період року, неважко уявити їх роль у формуванні

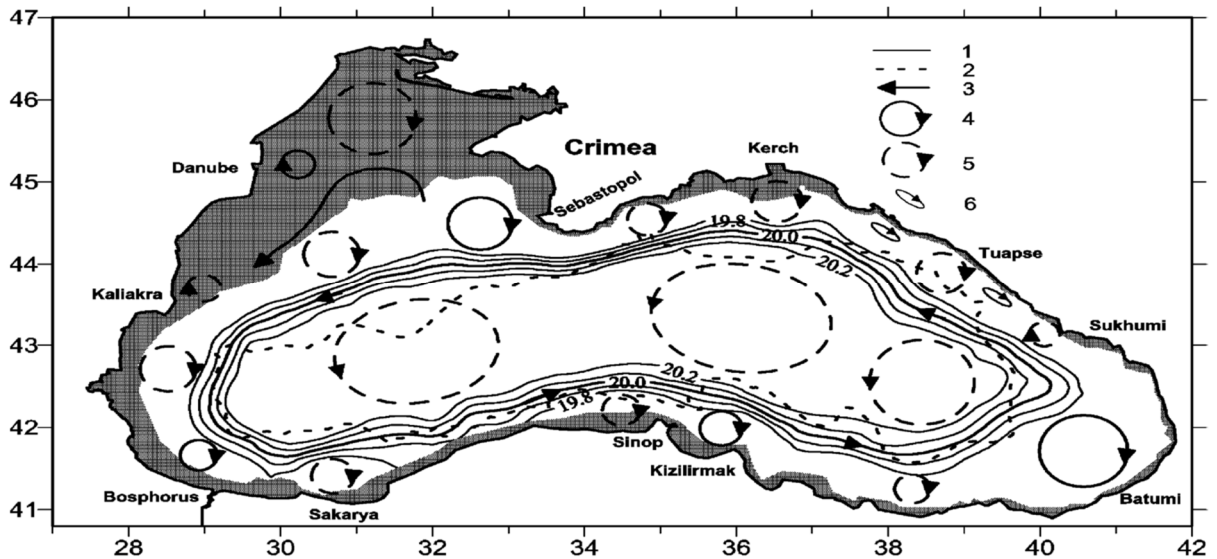
пляжного сміття (у т. ч. ВПМ). Крім того, береговими джерелами надходження сміття можуть бути населені пункти, морегосподарські комплекси та сільськогосподарські угіддя, що розташовані вздовж прибережної смуги. В деяких міських промислово-міських агломераціях (наприклад, в Одеській) ВПМ потрапляють в морський басейн під час зливів.

Решта ВПМ утворюється у межах самої акваторії (судноплавство, рибальство, днопоглиблювальні роботи, дам্পинг тощо).

На рис. 3.2 наведена схема поверхневих течій Чорного моря. Оскільки північно-західна частина моря належить до мілководного шельфу, а постійний водообмін з основною глибоководною частиною моря є досить інтенсивним, то це зумовлює вільне перенесення течіями ВПМ в обидві частини. Потрапляючи в північно-західну частину Чорного моря, ВПМ втягується в загальну циркуляцію, що активує їх переміщення по поверхні моря. У літній (маловітряний) період року, концентрації ВПМ формуються за рахунок квазістаціонарних топографічних і нестаціонарних вихорів в центрі і на західній периферії шельфу. У зимовий період активізації північних вітрів, відбувається винос ВПМ уздовж узбережжя Румунії та Болгарії Румелійською течією, а потім частина ВПМ Верхньобосфорською течією виноситься в Мармурове море, решта потрапляє в Анатолійську течію та переміщаються уздовж берегів Туреччини. При цьому деяка частина ВПМ втягується в вергенцію центральної частини моря, а їх частина, обігнувши все море проти часової стрілки, повертає ВПМ в північно-західну частину біфуркаційною гілкою основної Чорноморської течії.

Значна енергія витрачається на формування вдовжберегових вихорів, їх модифікацію та переміщення на східну область центральної чорноморської вергенції, що сприяє акумулюванню там певної кількості ВПМ. Можливо, що цим зумовлена більша середня концентрація морського сміття (у т. ч. ВПМ в її складі) в східній частині Чорного моря [14].

На рис. 3.3 наведена схема найбільш частих проявів антициклональних вихорів та траєкторій їх переміщення.



- 1 – середньорічні значення кліматичної солоності (psu) на глибині 100 м;
- 2 – середньорічні значення кліматичної солоності (psu) на глибині 1000 м;
- 3 – біфуркаційна гілка основної Чорноморської течії;
- 4 – квазістаціонарні вихори;
- 5 – нестаціонарні вихори;
- 6 – нестаціонарні прибережні вихори;

Ділянки з глибиною менше за 100 м заштриховані.

Рис. 3.2 – Схема генеральної циркуляції Чорного моря у поверхневому шарі (0-500 м) [13]

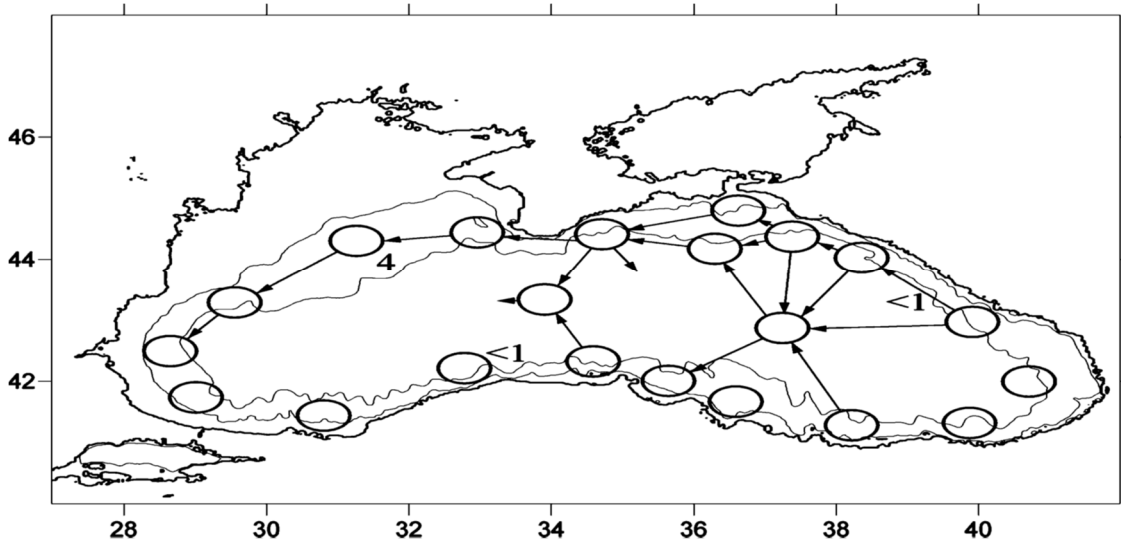


Рис. 3.3 – Схема найбільш частих проявів антициклоніальних вихорів в Чорному морі (круги) та траєкторій їх переміщення (стрілки); цифри – локальні значення безрозмірної ширини континентального схилу – ізобати 100 м і 1500 м (Zatsepina A.G., Denisov E.S. et al., 2005)

Стосовно визначених значень швидкості морських течій, слід наголосити, що максимальна середня швидкість (0,63 м/с) зафіксована на заході від Босфорської протоки (липень 1972 р., глибина 25 м), а абсолютний максимум (1,41 м/с) зафіксований біля мису Калиакра (вересень 1976 р., глибина м). Середні кліматичні значення основної Чорноморської течії на поверхні моря коливаються від 0,1 до 0,2 м/с, що зумовлює тривалість переносу ВПМ при обміні і трансформації вихрових структур протягом місячних і більших інтервалів часу.

Отже, циркуляція ВПМ в морському басейні може відбуватися незмірно тривалий період, акумулюючи їх в стаціонарних вихрових структурах і на шельфі.

Частинки макропластику можуть піддаватися тривалому переносу морськими течіями, вітрами і хвилями. Вони несуть пряму загрозу морським організмам і є «сировиною» для генерування мікропластику і нанопластику. Мікрочастинки пластику мають низьку щільність і багато видів морської фауни сприймають їх як джерело їжі. Оскільки пластик не розчиняється їх ферментативної системою, то саме по собі проковтування пластика становить загрозу для їх життя і може призвести до летального результату. Однак найбільше занепокоєння викликає той факт, що частинки мікропластику здатні адсорбувати важкі метали та інші токсичні поліюанти. Забруднений мікропластик потрапляє у трофічні ланцюги, накопичується в морських організмах, а потім через наявність у складі морепродуктів потрапляє до організму людини [15].

Висновки

В результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1) майже 80% ВПМ не здатна до біодеградації, а їх спалювання є екологічно небезпечним процесом, а тому мінімізація утворення і переробка ВПМ є найбільш ефективними способами поводження з ними;

2) оскільки наявні підприємства з переробки ВПМ в Україні недовантажені і працюють частково на імпортній сировині, то проблема вилучення і переробки ВПМ із потоку ТПВ України є вкрай актуальною задачею;

3) на території Одеської, Миколаївської і Херсонської областей щорічні обсяги утворення ВПМ можуть досягати приблизно 200 тис. т, що можна порівняти з виробничою потужністю діючих підприємств по переробці ВПМ в Україні;

4) значна частина ВПМ (до 80%) із неорганізованих звалищ ТПВ та інших берегових джерел забруднення вноситься повітряними і водними потоками в акваторію північно-західної частини Чорного моря;

5) ВПМ прибережної зони ПЗП є основною складовою морського сміття (на них припадає 83% морського сміття, виявленого в Чорному морі); ВПМ (макропластик) можуть піддаватися тривалому переносу морськими течіями, вітрами та хвилями і являти собою пряму загрозу морської екосистеми; напрями переміщення ВПМ в морському басейні зумовлені процесами загальної циркуляції у поверхневому шарі Чорного моря;

6) процес біодеградації ВПМ (макропластика) утруднений в умовах морського середовища, а тому їх трансформація обмежується процесами деструкції і диспергуванням до мікро- і наночастинок (ураховуючи екологічну небезпечність мікропластику, доцільно створити систему спостережень за його вмістом в морському середовищі)

7) для поліпшення екологічної ситуації в прибережній зоні ПЗП необхідно істотно збільшити обсяги ВПМ, що утилізуються, а також ліквідувати звалища ТПВ, які не відповідають вимогам екологічної безпеки;

5) організація ефективної системи поводження з пластиковими відходами сприятиме поліпшенню екологічних і соціально-економічних умов на території регіонів Північно-Західного Причорномор'я.

Перелік посилань

1. Лозинская О. Под прессом пластмассы: за 65 лет в мире произвели более 8 млрд. тонн неразлагаемых материалов. URL: <https://russian.rt.com/nopolitics/article/410795-plastmassa-za-65-let> (дата звернення: 31.10.2020).
2. Герасимчук В.Г. Стратегія використання пластику у циркулярній економіці: розвиток бізнесу, скорочення відходів. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2019. №16. С.31-41.
3. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: учебник. М.: Колос, 2000. 232 с.
4. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the impact of the use of oxo-degradable plastic, including oxo-degradable plastic carrier bags, on the environment. URL: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/oxo-plastics.pdf> (Accessed: 09.10.2020).
5. Проект Закону про обмеження обігу пластикових пакетів на території України. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=66892 (дата звернення: 09.10.2020 р).
6. Тверді побутові відходи в Україні: потенціал розвитку. Сценарії розвитку галузі поводження з твердими побутовими відходами. Підсумковий звіт Міжнародної фінансової корпорації (IFC, Група Світового банку). Київ, 2015. 110 с. URL: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/region_ext_content/ifc_external_corporate_site/europe+and+central+asia/resources/2015ukrmunicipalsolidwastedevelopmentpotential (дата звернення: 30.10.2020 р.).
7. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. N 820). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p> (дата звернення: 31.10.2020 р.).
8. Семко П.П. Реалії співробітництва бізнесу та органів місцевого самоврядування в галузі поводження з ТПВ в Україні та напрями покращення ситуації. URL: <http://greenchamber.org.ua/files/files/2019/TBO/BUSINESS%20REALITIES.pdf> (дата звернення: 31.10.2020 р.).

9. Матвеев Ю.Б., Гелетуха Г.Г. Перспективи енергетичної утилізації твердих побутових відходів в Україні. Аналітична записка Біоенергетичної асоціації України. № 22. К., 2019. 48 с.
10. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2019 рік. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovumu-/> (дата звернення: 30.10.2020 р.)
11. Plastic&Health. The Hidden Costs of a Plastic Planet. URL: <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/02/Plastic-and-Health-The-Hidden-Costs-of-a-Plastic-Planet-February-2019.pdf> (Accessed:17.10.2020).
12. Пластиковый мусор и микропластик в Мировом океане. Глобальное предостережение и исследование, призыв к действиям и руководство по изменению направления политики. ЮНЕП, 2016, Найроби / UNEP (2016). URL: file:///C:/Users/%D0%A2%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B0%D0%BD/Downloads/MPDMP_RU.pdf (дата звернення: 07.10.2020 р.).
13. The Black Sea Environment . The handbook of environmental. Chemistry5·Q// Editors: A. G. Kostianoy, A. N. Kosarev Springer Series in Advanced Manufacturing ISSN 1433-6863 Library of Congress Control Number: 2007933692 с . Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
14. National Pilot Monitoring Studies and Joint Open Sea Surveys in Georgia, Russian Federation and Ukraine, 2017. Draft Final Scientific Report. November 2018. URL: http://emblasproject.org/wpcontent/uploads/2019/07/EMBLASII_NPMS_JOSS_2017_ScReport_FinDraft2.pdf(Accessed:17.10.2020).
15. Зобков М.Б., Есюкова Е.Е. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов. Океанология. 2018. Т. 51. №1. С. 149-157.