

Івано-Франківський національний медичний університет міністерства
охорони здоров'я України
Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва
Національної академії медичних наук України»

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

МАЛИШЕВСЬКА ОЛЬГА СТЕПАНІВНА

УДК 613.6.027: 613.64

ДИСЕРТАЦІЯ

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ГІГІЄНИЧНИХ ОСНОВ ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ ПОБУТОВИХ
ВІДХОДІВ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ТА ОХОРОНИ
ДОВКІЛЛЯ**

14.02.01 – Гігієна та професійна патологія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О. С. Малишевська

Науковий консультант – **Гаркавий Сергій Іванович**, доктор медичних
наук, професор

АНОТАЦІЯ

Малишевська О. С. "Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля" – кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 14.02.01 – "Гігієна та професійна патологія" (біологічні науки). – Івано-Франківський національний медичний університет міністерства охорони здоров'я України, Івано-Франківськ, 2021.

У дисертаційній роботі узагальнено та науково обґрунтовано нове рішення актуальної проблеми безпечного для здоров'я населення та компонентів довкілля поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери (ТПВП). На підставі проведених комплексних, експериментальних, еколого-гігієнічних, санітарно-епідеміологічних досліджень впливу сфери поводження з ТПВП на довкілля і здоров'я виявлено, що його наслідки є вагомим санітарно-гігієнічним, біологічним та соціально-економічним тягарем на всі сфери суспільної діяльності та навколишнє природне середовище. Доведено можливість зменшення цього впливу за рахунок науково обґрунтованих концептуальних підходів до вдосконалення нормативно-правової бази з врахуванням передових методик і досвіду країн-членів ЄС та впровадження в народне господарство розробленої маловідходної екологічно безпечної технології механічної переробки полімерних відходів із включенням стадії механоактивації.

У роботі проведено комплексну еколого-гігієнічну, медико-біологічну оцінку антропогенного навантаження, викликаного технологіями переробки вторинної полімерної сировини вилученої з ТПВ, на основні компоненти природного навколишнього середовища та здоров'я населення. Розроблено нову інноваційну технологію переробки полімерної сировини вилученої з ТПВ, шляхом удосконалення методу механічної переробки полімерів, яка відрізняється від відомих меншою кількістю стадій переробки, введенням стадії механоактивації та отриманим кінцевого продукту, який можна застосувати у різних галузях народного господарства. Науково обґрунтовано гігієнічні критерії розміщення виробництв

механічної переробки вторинних полімерів, без та зі стадією механічної активації, та встановлено для них санітарно-захисну зону (СЗЗ) до межі житлової забудови.

Проведено оцінку ризиків виникнення можливого розвитку несприятливих ефектів у здоров'ї населення внаслідок забруднення атмосферного повітря виробництвами механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації, залежно від їх місць розташування.

Проведено комплексну гігієнічну оцінку небезпеки продукції та відходів виробництв механічної переробки вторинних полімерів, вилучених із ТПВ, без та зі стадією механічної активації, для довкілля та здоров'я населення.

Проведено комплексну гігієнічну оцінку умов праці операторів механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації, та розроблено комплекс заходів спрямований на оптимізацію умов праці останніх.

Розроблено структуру гнучкої виробничої системи поводження з полімерами вилученими з ТПВ, яка розділена за функціонально-цільовою ознакою і забезпечена автономністю та незалежністю функціонування.

Отримано дані про еколого-гігієнічну безпеку та ефективність використання механічно перероблених полімерів, в середовищі рослинних ПАР, для вилучення нафти з поверхні води та водо-нафтових сумішей.

Показано, що нанесення на поверхню вторинної полімерної сировини ПАР покращує властивості композицій, виготовлених із механічно перероблених та активованих продуктів, отриманих із вторинної полімерної сировини.

Науково обґрунтовано доцільність впровадження проєвропейських концептуальних підходів поводження з відходами та упаковками відходів в Україні, що дозволить удосконалити сферу управління та поводження з полімерами, котрі містяться в ТПВ, від кардинальних змін загальнонаціонального масштабу до невеликих, мало затратних, поступових кроків, спрямованих на зміну уявлення населення про поводження з відходами.

Дослідження було виконано за допомогою бібліографічного (аналіз наукової інформації), лабораторного та натурного гігієнічного експерименту, санітарно-гігієнічного, мікробіологічного, електронно-мікроскопічного, фізико-хімічного (оцінка безпеки продуктів і відходів переробки полімерів технологіями механічної переробки для довкілля і здоров'я, властивості композицій із полімерами) методів, гігієнічні для оцінки умов праці операторів механічної

переробки вторинних полімерів; інструментальний та медико-статистичний з використанням пакетів прикладних програм StatSoft STATISTICA (v.6.0), Excel.

Для досягнення мети дисертаційної роботи та вирішення поставлених завдань була виконана систематизація і еколого-гігієнічна оцінка існуючих даних щодо впливу полімерів, які входять до складу ТПВП на основні компоненти довкілля та здоров'я населення, а також шляхів і методів поводження з відходами полімерів, котрі показали, що чіткою та стабільно зростаючою є світова тенденція до посилення техногенного навантаження на всі компоненти біосфери, викликана впливом полімерів у ТПВП. Встановлено, що найбільш екологічно безпечними та економними є методи механічної переробки, котрі виключають деструкцію полімерів, а з нею негативний вплив полімерів на довкілля.

Встановлено, що технології, основані на методах знищення або розкладання, не можуть вирішити проблему екологічно безпечного поводження з ТПВП, оскільки основними стримуючими чинниками виступають: дороговизна, як на стадії втілення проектів у життя, так і на стадії експлуатації технологій; матеріало- та ресурсоемкість; труднощі, спричинені необхідністю суворого дотримання різноманітних параметрів процесів переробки; наявність високотоксичних відходів, які потребують подальшої переробки, знищення чи захоронення на спеціально обладнаних полігонах. Доведено, що найбільш перспективний для України європейський шлях поводження з ТПВП, - розвиток механічних технологій повторної переробки, як найбільш універсальних, простих, швидко реалізованих і екологічно безпечних, які не потребують дорогого високотехнологічного обладнання і можуть бути реалізовані у будь-якому місці накопичення відходів. У літературі практично відсутні відомості про безпеку для довкілля та людини процесів, продуктів і відходів механічної переробки вторинних полімерів. Вплив продуктів і відходів вторинної переробки полімерів ототожнюють із первинними полімерами.

Проведено дослідження санітарно-гігієнічних і економічних аспектів розробленої технології переробки вторинних полімерів механічним методом із включенням стадії механічної активації. Розроблена технологія ґрунтується на удосконаленні традиційної технології переробки ПЕТФ, яка потребує значних матеріальних та енергетичних витрат і включає одинадцять операцій. Запропонована маловідходна технологія містить на чотири операції менше

порівняно з відомою і дозволяє виключити з процесу переробки сортування відходів за кольором та за типом; видалення кілець, корків та етикеток; флотацію; повторне подрібнення; промивку від мийних засобів.

Створена технологія на $21,8 \pm 4,6$ % зменшила енерговитрати, на $27,8 \pm 1,4$ % пришвидшила процес переробки, зменшила кількість газоподібних викидів на $51,44 \pm 8,05$ % і на $6,3 \pm 1,68$ % шламу порівняно з традиційною механічною технологією переробки вторинних полімерів.

Результатами досліджень атмосферного повітря в зоні впливу виробництв механічної переробки полімерів встановлено, що санітарно-захисна зона (СЗЗ) в 50 м є достатньою в зоні впливу виробництв механічної переробки. Забруднення атмосферного повітря від виробництва з механічної переробки, без стадії механічної активації, діоксидом азоту, оксидом вуглецю та полімерним пилом становили від 0,223 ГДК до 0,493 ГДК; зі стадією механічної активації – від 0,127 ГДК до 0,294 ГДК. Рівень сумарного забруднення атмосфери, розрахований за цими даними, оцінювався як слабо небезпечний (0,41 ГДЗ) для виробництв без стадії механічної активації та, як допустимий (0,261 ГДЗ) для виробництв зі стадією механічної активації. Проведеними дослідженнями обґрунтовано достатність нормативної СЗЗ в 50 м для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини за традиційною технологією та нову СЗЗ розміром 50 м для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації.

Розрахунком показників неканцерогенного ризику СЗЗ для виробництва з механічної переробки полімерної вторинної сировини в 50 метрів є достатньою та може бути зменшена для виробництв із механічної переробки полімерної вторинної сировини зі стадією механічної активації.

Комплексною гігієнічною оцінкою безпеки продукції та відходів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, вилученої з ТПВ, без та зі стадією механічної активації, для навколишнього середовища встановлено, що всі досліджені зразки продуктів переробки вторинних полімерів не виявили гігієнічно значимих токсичних ефектів впливу на тест об'єкти, ні в розведеннях 1:1, ні в більш високих розведеннях. Низька ступінь санітарно-хімічної безпеки також під підтверджується невеликими значеннями показників водно міграційної безпеки. Всі досліджувані зразки за сукупністю

результатів біотестування мають четвертий клас небезпеки, що добре корелює з наявними літературними даними досліджень полімерів та їх відходів.

Результатами біотестування відходів (шламу) досліджених процесів механічної переробки встановлено, що шлам процесу переробки без стадії механічної активації виявляє токсичний ефект лише під час фітотестування на зміну довжини стебла та кореня (3 клас небезпеки). Шлам отриманий у процесі механічної переробки зі стадією механічної активації не виявляє гігієнічно значимих токсичних ефектів впливу полімерів на дослідженні тест об'єкти в будь-яких концентраціях (4 клас небезпеки).

За показниками біотестування проведено порівняння традиційної технології механічної переробки вторинної полімерної сировини. Встановлено, що розроблена технологія переробки є достовірно більш гігієнічно безпечною за показниками: впливу на летальність *Daphnia magna Straus* за 96 годин, фітотестування за довжиною стебла та кореня; ОВМП хімічних речовин водних та буферних розчинів у воді та під час введення у ґрунт.

Встановлено, що умови праці працівників процесу переробки змішаних полімерних відходів характеризуються комбінованим впливом на організм комплексу несприятливих виробничих чинників різнонаправленої дії, основними є: запиленість повітря робочої зони полімерним пилом зі змішаним та нестабільним у часі складом, шум, охолоджувальний мікроклімат, важкість праці. Комплексною гігієнічною оцінкою встановлено, що умови праці операторів процесу переробки полімерних відходів відносяться до класу 3.2, окрім оператора автотранспортувача - клас. 3.4. Відповідно до ДержСНіП наказ МОЗ від 08.04.2014 № 248, встановлено, що такі умови праці можуть призвести до розвитку захворювань, пов'язаних із роботою. Розроблено комплекс заходів, спрямований на оптимізацію умов праці операторів процесу переробки полімерів. Комплекс містить організаційні, санітарно-технічні та медико-профілактичні заходи, впровадження яких знизить негативний вплив несприятливих виробничих чинників на стан здоров'я працюючих і підвищить продуктивність та якість праці. Впровадження комплексу заходів покращило умови праці операторів вивантаження-пакування та автотранспортувача до класу 2, подрібнення та розбирача тюків до класу 3.1.

Дослідженнями наповнених механічно активованими полімерами цементно-піщаних композицій встановлено: максимальна кількість введення наповнювача з полімерів досягає: для ПВХ – 19 %; для ПЕТФ – 18 %; для сумішей ПЕ + ПП – 5,25 %. При цьому максимальний вміст наповнювача, який не погіршує фізичні властивості композицій: для ПВХ – $6,3 \pm 0,42$ %; для ПЕТФ – $4,6 \pm 0,27$ %; для ПЕ+ПП – $0,43 \pm 0,063$ %; покращення для усіх досліджених зразків фізичних (до $34,4 \pm 2,7$ %), корозійних (до $96,7 \pm 4,34$ %), теплоізоляційних на $46,7 \pm 1,73$ % та звукоізоляційних ($94,1 \pm 1,56$ %) властивостей, у порівнянні зі зразками ненаповненими полімерами; що продуктом корозійної деструкції зразків композицій у різних агресивних водних середовищах, є суміш неорганічного аморфного осаду складу: $\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – $97,9 \pm 0,43$ % від загальної кількості осаду, інше – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}_2(\text{OH})_3$. Продукти деструкції є нетоксичними, нерозчинними або малорозчинними простими неорганічними сполуками, що не чинять негативного впливу на довкілля та людину; зменшення ваги зразків на $15,6 \pm 2,38$ % без погіршення їх властивостей.

Оцінка впливу обробки ПАР поверхні полімерних наповнювачів на властивості композицій: досягнуто збільшення маси полімерного наповнювача у композиції для ПВХ – $25,4 \pm 1,12$ %; для ПЕТФ – $24,25 \pm 0,85$ %; для сумішей ПЕ+ПП – $6,25 \pm 0,25$ %. Поєднання фізичного та хімічного зчеплення полімерів із компонентами композицій дозволило збільшити кількість наповнювача в них для ПЕТФ – на $37,5 \pm 2,37$ %, для ПВХ – на $38,3 \pm 2,24$ %, для сумішей ПЕ+ПП – на $27,6 \pm 0,85$ %, у порівнянні з необробленими ПАР полімерами; покращення для усіх зразків фізичних (до $38,6 \pm 3,42$ %), корозійних (до $257 \pm 5,42$ %), теплоізоляційних (на $57,9 \pm 4,21$ %) та звукоізоляційних властивостей (на $99,47 \pm 0,22$) у порівнянні із контрольними; у жодному дослідженому зразку, що перебував у різних агресивних водних середовищах, не виявлено перевищення концентрації ПАР, яка нанесена на поверхню полімера, вище встановлених ГДК для води питного постачання; досягнуто зменшення ваги готових виробів на $21,3 \pm 2,13$ % без погіршення їх властивостей.

Доведено високу ефективність застосування сорбентів із механічно перероблених та активованих полімерних відходів для ліквідації виливів нафти на поверхню води, як за підвищених, нормальних, так і за знижених температур.

Встановлено, що найкраще поглинають нафту сорбенти з сумішею відходів ПЕ+ПП до $36,4 \pm 1,8$ г/г за $t = 21$ °C із розміром наповнювача $(3,5 - 5,0) \times (60-100)$ мм, що значно перевищує кількість поглинутої нафти відомими сорбентами, виготовленими із природних та штучних відходів. Встановлено, що для сорбентів із ПЕТФ, ПВХ відходів покращується нафтопоглинання після їх першого циклу регенерації (віджиму), сорбенти із ПВХ витримують до 57 циклів регенерації, віддаючи більше 90 % поглинутої нафти. Встановлено, що використання простої сконструйованої установки для флотаційного вилучення нафти із водо-нафтових сумішей, із одночасним додаванням у суміш рослинної ПАР із Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis L*) та сорбентів із механічно активованих полімерних відходів, поверхня яких вкрита цією ж ПАР, забезпечує ступінь ефективності очистки водо-нафтових сумішей до $89,1 \pm 1,47$ % .

Встановлено, що повноцінний статистичний облік відходів не ведеться, а система поводження з відходами в Україні потребує значного вдосконалення для досягнення відповідності європейським нормам.

Розроблено та обґрунтовано нові концептуальні підходи до вдосконалення нормативно-правової бази, щодо поводження з ТПВП, котрі засновані: на виокремленні та вирішенні основних законодавчо-правових, координаційних, адміністративних, дозвільних, технічних і фінансових проблем, які заважають реалізації нової системи поводження з відходами; впровадженні моделей розширеної відповідальності виробника із залученням координаційного агента для управління потоками відходів упаковки; інформуванні населення через інформаційні повідомлення, для різної цільової аудиторії, що висвітлюють інформацію про принципи, шляхи і методи екологічно-безпечного поводження з ТПВ, котрі можна використовувати з метою екологічної освіти.

Розроблено структуру гнучкої виробничої системи поводження з полімерами вилученими з ТПВ, що забезпечена автономністю та незалежністю функціонування, котра працює за схемою: накопичувач – пристрій для переробки відходів – накопичувач. Структура кожної підсистеми виконана так, що сировиною для неї служить попередній напівфабрикат, а результатом її роботи є проміжний продукт або виріб, готовий для споживання.

Результати проведених досліджень використані для розробки і впровадження патентів України на винаходи та корисні моделі: № 67391-2004

«Спосіб прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку», № 94992-2014 «Спосіб переробки відходів пляшок із ПЕТФ», № 96751-2015 «Спосіб прогнозування тривимірного розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті», № 110282-2014 «Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ)», № 130090-2020 «Пристрій для подрібнення пляшок із пластика», № 123509-2021 «Пристрій для механічної активації поверхні подрібнених полімерних матеріалів», інформаційного листа про нововведення в системі охорони здоров'я МОЗ України № 638-2018 «Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів». За результатами досліджень ініційовано подання змін і доповнень до проекту ЗУ «Про управління відходами» (на розгляді в профільному комітеті ВР України).

Матеріали досліджень використані під час підготовки трьох монографій та п'яти навчально-методичних посібників.

Матеріали дисертаційної роботи впроваджено у виробничий процес ПНДП «ІНТТЕХ», ТзОВ «Нафтогазтехнологія», ТзОВ НВФ «Екосонік-Вест».

Результати досліджень впроваджено у навчальний процес кафедр гігієни, екології та охорони праці Дніпропетровського Державного медичного університету, гігієни та екології Івано-Франківського національного медичного університету, загальної гігієни та екології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, гігієни та екології № 1-4 Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця, гігієни та екології і № 2 Харківського національного медичного університету, загальної гігієни з екологією Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького, гігієни та екології ВДНЗУ «Буковинський державний медичний університет».

Ключові слова: еколого-гігієнічна оцінка відходів полімерів, відходи полімерів, переробка вторинних полімерів, біоіндикація, оцінка фітотоксичності, неканцерогенний вплив, індекс небезпеки, сорбенти з відходів.

ABSTRACT

Malyshevska OS. Scientific substantiation of hygienic bases of ecological safety of process of utilization of polymeric household waste for preservation of population health and environmental control.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of Doctor of Science in the specialty 14.02.01 - Hygiene and professional pathology (biological sciences). - Ivano-Frankivsk National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2020.

State Institution "O. M. Marzieiev Institute for Public Health" NAMSU, Kyiv, 2020.

In the dissertation generalizes and scientifically substantiates a new solution to the current problem of safe for the health of the population and environmental components of solid waste management, which includes polymers (MSW). On the basis of complex, experimental, ecological-hygienic, sanitary-epidemiological researches of influence of sphere of management of TPVP on environment and health it is revealed that its consequences are a considerable sanitary-hygienic, biological and social and economic burden on all spheres of public activity and environment. natural environment. The possibility of reducing this impact due to scientifically sound conceptual approaches to improving the regulatory framework taking into account the best practices and experience of EU member states and the introduction of the developed low-waste environmentally friendly technology of mechanical processing of polymer waste with the stage of mechanical activation.

A comprehensive ecological-hygienic and medical-biological assessment of the anthropogenic load caused by the technologies of processing secondary polymer raw materials extracted from solid waste to the main components of the natural environment and public health was carried out. A new innovative technology for processing polymer raw materials extracted from solid waste has been developed by improving the method of mechanical processing of polymers, which differs from the known fewer stages of processing, the introduction of the stage of mechanical activation and the final product that can be used in various sectors of the economy. Hygienic criteria for the location of mechanical processing of secondary polymers, without and with the stage of mechanical activation, have been scientifically substantiated, and a sanitary protection zone (SPZ) has been established for them up to the residential boundary.

The risk of possible development of adverse effects on public health due to air pollution by mechanical processing of secondary polymer raw materials, without and with the stage of mechanical activation, depending on their location.

A comprehensive hygienic assessment of the risk of products and wastes of mechanical processing of secondary polymers extracted from solid waste, without and with the stage of mechanical activation, for the environment and public health.

A comprehensive hygienic assessment of working conditions of operators of mechanical processing of secondary polymer raw materials, without and with the stage of mechanical activation, and developed a set of measures aimed at optimizing the working conditions of the latter.

The structure of a flexible production system for the treatment of polymers extracted from solid waste has been developed, which is divided according to the functional-target feature and provided with autonomy and independence of functioning.

Data on ecological and hygienic safety and efficiency of use of mechanically processed polymers in the environment of vegetable surfactants for extraction of oil from the surface of water and water-oil mixtures are obtained.

It is shown that the application of surfactants to the surface of the secondary polymer raw material improves the properties of the compositions made of mechanically processed and activated products obtained from the secondary polymer raw material.

The expediency of introduction of pro-European conceptual approaches to waste management and packaging in Ukraine is scientifically substantiated, which will improve the management and treatment of polymers contained in solid waste, from radical changes on a national scale to small, low-cost, gradual steps to change the population. on waste management.

The study was performed using bibliographic (analysis of scientific information), laboratory and full-scale hygienic experiment, sanitary, microbiological, electron microscopic, physicochemical (safety assessment of products and waste processing of secondary polymers by mechanical processing technologies for the environment and health, properties of compositions with processed polymers) methods, hygienic to assess the working conditions of operators of mechanical processing of secondary polymers; instrumental and medical-statistical using application packages StatSoft STATISTICA (v.6.0), Excel.

To achieve the goal of the dissertation and solve the tasks, the systematization and ecological and hygienic assessment of existing data on the impact of polymers that are part of the MSW on the main components of the environment and public health, as well as ways and methods of polymer waste management, which showed , which is a clear and steadily growing global trend to increase the man-made load on all components of the biosphere, caused by the influence of polymers in solid waste. It is established that the most environmentally friendly and economical are the methods of mechanical

processing, which exclude the destruction of polymers, and with it the negative impact of polymers on the environment.

It is established that technologies based on methods of destruction or decomposition cannot solve the problem of environmentally safe management of solid waste, as the main deterrents are: high cost, both at the stage of implementation of projects and at the stage of operation of technologies; material and resource consumption; difficulties caused by the need for strict compliance with various parameters of processing processes; the presence of highly toxic waste that requires further processing, destruction or disposal at specially equipped landfills. It is proved that the most promising European way of solid waste management for Ukraine is the development of mechanical recycling technologies as the most universal, simple, quickly implemented and environmentally friendly, which do not require expensive high-tech equipment and can be sold anywhere in waste. There is almost no information in the literature on the safety for the environment and humans of processes, products and wastes of mechanical processing of secondary polymers. The influence of products and wastes of polymer recycling is identified with primary polymers.

The research of sanitary-hygienic and economic aspects of the developed technology of processing of secondary polymers by a mechanical method with inclusion of a stage of mechanical activation is carried out. The developed technology is based on the improvement of traditional PET processing technology, which requires significant material and energy costs and includes eleven operations. The proposed low-waste technology contains four operations less than the known one and allows to exclude from the process of processing waste sorting by color and type; removal of rings, corks and labels; flotation; re-grinding; washing from detergents.

The created technology reduced energy consumption by $21.8 \pm 4.6\%$, accelerated the processing process by $27.8 \pm 1.4\%$, reduced the amount of gaseous emissions by $51.44 \pm 8.05\%$ and by $6.3 \pm 1.68\%$ sludge compared to traditional mechanical processing technology of secondary polymers.

The results of field research of atmospheric air in the area of influence of mechanical processing of secondary polymers show that the sanitary protection zone (SPZ) of 50 m is sufficient in the area of influence of mechanical processing. Atmospheric air pollution from mechanical processing, without the stage of mechanical activation, nitrogen dioxide, carbon monoxide and polymer dust ranged from 0.223 MPC to 0.493 MPC; with the stage of mechanical activation - from 0.127 MPC to 0.294 MPC. The level of total air pollution, calculated according to these data, was assessed as

low-hazard (0.41 GDZ) for industries without a stage of mechanical activation and as acceptable (0.261 GDZ) for industries with a stage of mechanical activation. The research substantiates the sufficiency of the normative SPZ of 50 m for the production of mechanical processing of secondary polymer raw materials by traditional technology and the new SPZ of 50 m for the production of mechanical processing of secondary polymer raw materials with the stage of mechanical activation.

The calculation of non-carcinogenic risk indicators SPZ for production of mechanical processing of polymer secondary raw materials in 50 meters is sufficient and can be reduced for production of mechanical processing of polymer secondary raw materials with a stage of mechanical activation.

A comprehensive hygienic assessment of the hazards of products and wastes of mechanical processing of secondary polymer raw materials extracted from MSW, without and with the stage of mechanical activation, for the environment found that all tested samples of recycled polymer products did not show hygienically significant effects on toxic effects, neither in dilutions 1: 1, nor in higher dilutions. The low degree of sanitary and chemical danger is also confirmed by the small values of indicators of water migration danger. All the studied samples according to the set of biotesting results have the fourth hazard class, which correlates well with the available literature data of studies of polymers and their waste.

The results of biotesting of waste of the studied mechanical processing processes showed that the sludge of the processing process without the stage of mechanical activation has a toxic effect only during phytotesting on the change of stem and root length (hazard class 3). The sludge obtained in the process of mechanical processing with the stage of mechanical activation does not reveal hygienically significant toxic effects of polymers on the study of test objects in any concentrations (hazard class 4).

According to biotesting indicators, a comparison of traditional technology of mechanical processing of secondary polymer raw materials was made. It is established that the developed processing technology is significantly more hygienically safe in terms of: impact on mortality of *Daphnia magna* Straus for 96 hours, phytotesting for stem and root length; OVMP chemicals of aqueous and buffer solutions in water and during introduction into the soil.

It is established that the working conditions of workers in the process of processing mixed polymer waste are characterized by a combined effect on the body of a complex of adverse production factors of different actions, the main are: dust in the working area polymer dust with mixed and unstable composition, noise, cooling

microclimate, labor intensity. The complex hygienic assessment established that the working conditions of the operators of the polymer waste processing process belong to class 3.2, except for the forklift operator - class. 3.4. According to DerzhSNiP order of the Ministry of Health from 08.04.2014 № 248, it is established that such working conditions can lead to the development of diseases related to work. A set of measures aimed at optimizing the working conditions of operators of the polymer processing process has been developed. The complex contains organizational, sanitary and medical and preventive measures, the implementation of which will reduce the negative impact of adverse production factors on the health of workers and increase productivity and quality of work. The implementation of a set of measures has improved the working conditions of unloading and packing operators and forklifts up to class 2, shredding and baler for class 3.1.

Studies of mechanically activated polymers of cement-sand compositions have shown: the maximum amount of introduction of filler from polymers reaches: for PVC - 19%; for PET - 18%; for mixtures of PE + PP - 5.25%. The maximum content of filler, which does not impair the physical properties of the compositions: for PVC - $6.3 \pm 0.42\%$; for PET - $4.6 \pm 0.27\%$; for PE + PP - $0.43 \pm 0.063\%$; improvements for all tested samples of physical (up to $34.4 \pm 2.7\%$), corrosion (up to $96.7 \pm 4.34\%$), thermal insulation by $46.7 \pm 1.73\%$ and sound insulation ($94.1 \pm 1, 56\%$) properties, compared with samples of unfilled polymers; that the product of corrosion destruction of samples of compositions in various aggressive aqueous media, is a mixture of inorganic amorphous sludge composition: $\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ - $97.9 \pm 0.43\%$ of the total sludge, the rest - $\text{Mg}(\text{OH})_2, \text{Al}_2(\text{OH})_3$. Degradation products are non-toxic, insoluble or insoluble simple inorganic compounds that do not adversely affect the environment and humans; reducing the weight of the samples by $15.6 \pm 2.38\%$ without deteriorating their properties.

Evaluation of the effect of surfactant surface treatment of polymeric fillers on the properties of the compositions: an increase in the mass of the polymeric filler in the composition for PVC - $25.4 \pm 1.12\%$; for PET - $24.25 \pm 0.85\%$; for mixtures of PE + PP - $6.25 \pm 0.25\%$. The combination of physical and chemical adhesion of polymers with the components of the compositions allowed to increase the amount of filler in them for PET - by $37.5 \pm 2.37\%$, for PVC - by $38.3 \pm 2.24\%$, for mixtures of PE + PP - by $27, 6 \pm 0.85\%$, compared with untreated surfactant polymers; improvements for all samples of physical (up to $38.6 \pm 3.42\%$), corrosion (up to $257 \pm 5.42\%$), thermal insulation (by $57.9 \pm 4.21\%$)

and sound insulation properties (by 99.47 ± 0), 22) in comparison with control; in none of the tested samples, which were in different aggressive aqueous media, the excess of surfactant concentration, which is applied to the polymer surface, above the established maximum concentration limits for drinking water; achieved a reduction in the weight of finished products by $21.3 \pm 2.13\%$ without deterioration of their properties.

High efficiency of application of sorbents from mechanically processed and activated polymer waste for liquidation of oil spills on a water surface, both at the raised, normal, and at the lowered temperatures is proved. It is established that sorbents from mixtures of PE + PP waste up to 36.4 ± 1.8 g / g at $t = 21$ °C with a filler size $(3.5 - 5.0) \times (60-100)$ mm, which significantly exceeds the amount of oil absorbed by known sorbents made from natural and artificial waste. It is established that for sorbents from PET, PVC waste oil absorption improves after their first cycle of regeneration (extraction), sorbents from PVC can withstand up to 57 cycles of regeneration, giving more than 90% of absorbed oil. It is established that the use of a simple designed installation for flotation extraction of oil from water-oil mixtures, with simultaneous addition to the mixture of vegetable surfactants from *Saponaria officinalis* L and sorbents from mechanically activated polymer waste, the surface of which is covered with the same surfactant, provides efficiency. purification of water-oil mixtures up to $89.1 \pm 1.47\%$.

It is established that full-fledged statistical accounting of waste is not conducted, and the system of waste management in Ukraine needs significant improvement to achieve compliance with European standards.

New conceptual approaches to improving the regulatory framework for solid waste management have been developed and substantiated, which are based on: identification and solution of the main legal, coordination, administrative, permitting, technical and financial problems that hinder the implementation of the new waste management system; introduction of extended producer responsibility models with the involvement of a coordinating agent to manage packaging waste flows; informing the population through information messages, for different target audiences, highlighting information about the principles, ways and methods of environmentally sound management of solid waste that can be used for environmental education.

The structure of a flexible production system for the treatment of polymers extracted from solid waste has been developed, which is provided with autonomy and independence of operation, which works according to the scheme: storage → device for

waste processing → storage. The structure of each subsystem is made so that the raw material for it is a preliminary semi-finished product, and the result of its work is an intermediate product or product ready for consumption.

The results of the research were used for the development and implementation of patents of Ukraine for inventions and utility models: № 67391-2004 "Method for predicting the spread of pollutants through hydrodynamic communication channels", № 94992-2014 "Method for processing waste PET bottles", № 96751- 2015 "Method for predicting the three-dimensional distribution of pollutants in the aquifer", № 110282-2014 "Method for processing waste polyethylene tetraphthalate (PET) bottles", № 130090-2020 "Device for grinding plastic bottles", № 123509-2021 surfaces of crushed polymeric materials ", information letter on innovations in the health care system of the Ministry of Health of Ukraine № 638-2018" Technology of mechanical processing of household polymer waste ". According to the results of the research, the submission of changes and additions to the draft Law "On Waste Management" was initiated (under consideration in the profile committee of the Verkhovna Rada of Ukraine). Research materials were used in the preparation of three monographs and five textbooks.

Materials of the dissertation work were introduced into the production process of PNDP "INTTECH", LLC "Naftogaztehnologiya", LLC NVF "Ekosonik-West".

The research results are introduced into the educational process of the departments of hygiene, ecology and labor protection of Dnipropetrovsk State Medical University, hygiene and ecology of Ivano-Frankivsk National Medical University, general hygiene and ecology of Vinnytsia National Medical University. MI Pirogov, hygiene and ecology № 1-4 of the National Medical University. OO Bogomolets, hygiene and ecology and № 2 Kharkiv National Medical University, general hygiene and ecology of Lviv National Medical University named after Danylo Halytsky, Hygiene and Ecology of Bukovynian State Medical University.

Keywords: ecological and hygienic assessment of polymer waste, polymer waste, processing of secondary polymers, bioindication, phytotoxicity assessment, non-carcinogenic effect, hazard index, waste sorbents, waste management.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1) наукові праці, в яких опубліковані наукові результати дисертації:
– у наукових фахових виданнях України та наукових періодичних виданнях інших держав:

1. Погорілий М.П., Мізюк М.І., Малишевська О.С., Йонда М.Є., Токар І.Т., Єремчук Я.О. Особливості епідемічного процесу гепатиту А та його зв'язок із накопиченням побутових полімерних відходів у довкіллі. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2018. № 2 (72). С. 68-74. (постановка задачі, проаналізовано результати досліджень, висновки)

2. Малишевська О.С., Гаркавий С.С., Мищенко І.А., Погорілий М.П., Токар І.Т., Гречух Л.С. Еколого-гігієнічна оцінка впливу транспортування побутових відходів на повітряне середовище полігонів. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2018. № 2 (87). С. 48-53. (постановка задачі, проведено дослідження та їх аналіз.)

3. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних побутових відходів. *Вісник проблем біології і медицини*. Полтава, 2018. Вип. 2, (144). С. 122-126.

4. Малишевська О.С. Досвід і перспективи вирішення проблеми поводження з полімерною упаковкою у світі та Україні. *НУБіП, серія біологія, біотехнології, екологія*. Київ, № 5(75), 2018. С. 37-53.

5. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна оцінка цементних композицій, наповнених переробленими полімерними відходами. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2019. № 1 (90). С. 45-50.

6. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна оцінка впливу на довкілля будівельних матеріалів, наповнених подрібненими полімерними відходами з нанесеною на поверхню ПАР. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2019. № 2 (91). С. 46-52.

7. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка сорбентів із перероблених полімерних відходів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2020. № 24 (86). С. 28-31.

8. Малишевська О.С. Оцінка ризику виникнення негативних ефектів у здоров'ї населення від процесу механічної переробки вторинних полімерів. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2021. Том 25 №1. С. 147-152.

9. Малишевська О.С. Визначення фітотоксичності відходів механічної переробки сумішей полімерів із їх механічною активацією. *Biological systems: theory and innovation*. 2021. Том 12. №1. С. 32-41.

10. Малишевська О.С. Гігієнічна оцінка умов праці працівників процесу переробки відходів ПЕТФ-пляшки. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Том 6, №2(30). С. 133-139.

11. Малишевська О.С. Оцінка ефективності вилучення розчинених у воді нафтопродуктів переробленими відходами полімерної упаковки в середовищі рослинних ПАР. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 2(90). С. 9-13.

12. Малишевська О.С. Прогнозування не канцерогенного ризику для здоров'я населення від виробництв механічної переробки вторинних полімерів. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Том 6, № 3 (31). С. 212-220.

14. Малишевська О.С. Біотестування нафтових сорбентів на основі відходів полімерів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 3(91). С. 12-15.

15. Malyshevskaya O., Garkavij S., Melnyk O., Mizyuk M., Myshchenko I. Polymer waste management – environmental safety strategy. *Security&Future*, 2017. Vol. 3. 106 – 108. (постановка задачі, дослідження, підготовлено матеріал до друку.)

16. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна характеристика основних методів переробки полімерних побутових відходів. *Modern Scientific Researches*. 2018. – Issue №5, Part 1. – P. 100-111.

17. O. Y. Popadyuk, O. S. Malyshevskaya, L. Y. Ropyak, V. S. Vytvytskyi, M. M. Droniak. Study of Nano-Containing Biopolymer Films Therapeutic and Physical-Mechanical Properties. *Novosti Khirurgii*. 2019, Vol 27(1): 16-25. (постановка задачі, підготовлено матеріал до друку.)

18. Malyshevskaya O. S. Evaluation of toxicity of waste of mechanical processing of polymers by biotesting. *Innov Biosyst Bioeng*. 2021.V. 5(2). P. 97-104.

19. Malyshevska O.S. Hygienic assessment of the impact on the air environment of technology of processing of secondary polymer raw materials with the stage of mechanical activation. *Modern engineering and innovative technologies*. 2021. N 16(4). P. 23-29.

20. Malyshevska O.S. Hygienic prerequisites for the development of an independently functioning flexible production system for polymer processing from domestic waste. *Colloquium-journal*. 2021. N 12(99). P. 8-12. doi: 10.24412/2520-6990-2021-1299-8-11

– *наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

21. Малишевська О. С. Проблеми та перспективи поводження з ТПВ на прикладі Івано-Франківської області. Міжнародна науково-практична конференція „Трансфер технологій: від ідеї до прибутку”. Дніпропетровськ 27-29 квітня, 2010. С.13-15

22. Малишевська О. С. Проблеми збирання та сортування ТПВ в м. Івано-Франківськ та області. VIII міжнародна науково-технічна конференція "Еколого-економічні проблеми Карпатського євро регіону «ЕЕПКЄ-2011». Івано-Франківськ 24-26 травня, 2011. С.17-21.

23. Малишевська О. С. Основи наукової концепції комплексного управління муніципальними відходами з позиції екологічної оптимізації урбаністичного середовища. Наук.-практ. конференція «Наука і освіта XXI століття». Івано-Франківськ 24.05.2012. С. 57-62.

24. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Переробка відходів ПЕТ-пляшок. Обласна науково-практична конференція «Інтелектуальний продукт вчених і винахідників Прикарпаття». Івано-Франківськ, 25-26 січня, 2015. С.213-215.

25. Малишевська О. С., Пастух М. М. Використання полімерних відходів для очищення води від органічного забруднення. Міжнар. наук.-практ. конференція «Інновації в медицині». 24 березня 2016.: Івано-Франківськ, 2016. С. 137-138.

26. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Застосування технології механічного рециклінгу для утилізації полімерних побутових відходів. XXV Всеукраїнська науково-практична конференція «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку». Хмельницький, 16-17.09.2016. С. 18-21.

27. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Покращення зчеплення полімерних відходів з цементним розчином за допомогою ПАР. IV міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». Львів, 21-23 вересня, 2016. С. 126-127.

28. Мізюк М. І., Мищенко І. А., Малишевська О. С. Поліпшення санітарно-гігієнічних умов проживання населення шляхом впровадження технології механічного рециклінгу побутової полімерної упаковки. Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні тенденції розвитку науки". Київ, 15-16.03. 2017. (Ч. 2). С. 14-15.

29. Малишевська О. С., Мельник О. Д., Назаренко С. К. Використання полімерних побутових відходів у якості нафтових сорбентів. Міжнародна науково-практична конференція "Актуальні проблеми та інновації". Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р. С. 140-141.

30. Малишевська О. С., Мізюк М. І., Мищенко І. А. Вплив полігонів твердих побутових відходів на фізіологічні зміни у людському організмі. Науково-практична конференція "Вплив довкілля Прикарпаття на перебіг фізіологічних процесів". Івано- Франківськ, 6 квітня 2017 р. С. 48.

31. Malyshevska O. S. Mizyuk I. M., Garkavy S. I., Melnyk O. D., Myshchenko I. A. Polymer Waste Management - Environmental Safety Strategy. International scientific conference "CONFSEC 2017", 11-14.12.2017. Borovets, Bulgaria. p. 63-67.

32. Малишевська О.С., Гаркавий С.І., Мельник О.Д., Мізюк М.І., Мищенко І.А. Збільшення тріщиностійкості будівельних матеріалів полімерними відходами. V Міжнародна науково-практична конференція «Новітні технології у будівництві». Тернопіль, 19-22 вересня 2017 р. С. 206-210.

33. Малишевська О.С. Вплив на санітарно-гігієнічну обстановку захоронення побутових відходів. Науково-практична конференція молодих вчених "Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України", Вип. 17. Київ, 19-20.10.2017. С. 8-9.

34. Malyshevska O., Garkavij S., Melnyk O., Mizyuk M., Myshchenko I. Polymer waste management – environmental safety strategy. International scientific conference "Confsec 2017". Bulgaria, 11-14 December 2017. P. 62-64.

35. Малишевська О.С., Йонда М.Є., Погорілий М.П., Токар І.Т. Оцінка впливу процесу захоронення побутових відходів на довкілля. Міжнародна науково-практична конференція. *Сучасні проблеми світової медицини та її роль у забезпеченні здоров'я світового співтовариства*. Одеса, 16-17 лютого 2018 р. С. 70-75.

36. Погорілий М.П., Малишевська О.С., Мищенко І.А., Гречух Л.С., Єремчук Я.О. Побутові полімерні відходи як чинник, що провокує поширення гепатиту А у довкіллі. Міжнародна науково-практична конференція *"Рівень ефективності та необхідність впливу медичної науки на розвиток медичної практики"*. Київ, 2-3 березня 2018 р. С. 98-100.

37. Малишевська О.С., Ропяк Л.Я. Охорона прав на винаходи та корисні моделі з переробки полімерних відходів в Україні. VII Всеукраїнська науково-практична конференція *"Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки"*. Київ, 7-8 червня 2018 р. С. 57-59.

38. Малишевська О.С., Погорілий М.П., Гречух Л. С. Обґрунтування еколого-гігієнічної безпеки технології механічної переробки полімерних побутових відходів. Науково-практична конференція (XIV Марзєєвські читання) *"Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України"*, Вип. 18, Київ, 11-12.10. 2018 р. С. 310-312.

39. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна характеристика основних методів переробки полімерних побутових відходів. Международная научно-практическая конференція *"Современная научная идея"*. Минск, 25-26 сентября 2018 г. С. 26.

40. O. Malyshevska, M. Mizyuk, I. Myshchenko, A. Kolganov, M. Pogorily, I. Tokar. Features of epidemic process of hepatitis a in the western region of Ukraine and its connection with accumulation of domestic plastic waste in the environment. Scientific and practical conference *"Poltava days of public health"*. 25.05.2018. Poltava. Ukraina. Vol. 3, P. 1.

41. Olha Malyshevska., Andrii Velychkovych. Study on strength of a two-layer column, constructed with polymer-filled concrete. III international scientific-technical conference *«Actual problems of renewable power engineering, construction and environmental engineering»*. 7-9 February 2019, Kielce. Poland. С. 46-47.

42. Малишевська О. С., Погорілий М. П., Мищенко І. А., Гречух Л. С., Йонда М. Є. Вплив стихійних звалищ на розповсюдження токсикарону в рекреаційних зонах на прикладі м. Івано-Франківська. Міжнародна науково-практична конференція «Довкілля і здоров'я». 25-26 квітня 2019 р. С. 73-74.

43. Malyshevskaya O. Hygienic assessment of the impact of filler with recycled plastic waste in concrete mixtures. Научно-практический симпозиум «*Инновационная наука, образование, производство и транспорт*». 21-22.10. 2019 г., Минск, Беларусь. С. 12-14.

44. Malyshevskaya O. Hygiene analysis of the work conditions of the process of processing polymeric waste. *Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини* : Міжнародна наук.-практ. конф. Київ, 11 березня 2020 р. С. 86-87.

45. Малишевська О.С., Мізюк М.І. Новітня технологія механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 54-59.

46. Мізюк М.І., Малишевська О.С. Вплив полігонів ТПВ на здоров'я населення. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 21-24.

47. Малишевська О.С. Продукти деструкції полімерів і полімерних відходів та їх зв'язок із захворюваністю і впливом на нащадків. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 34-37.

– в інших наукових виданнях:

48. Малишевська О. С. Основи концепції поводження з ТПВ та можливі шляхи її реалізації в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 1. С. 10-14.

49. Малишевська О. С., Лялюк-Вітер Г.Д. Аналіз виникнення та наслідки надзвичайних ситуацій техногенного характеру в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 2. С. 3-18. (*постановка задачі, проведено дослідження їх аналіз та підготовлено матеріал до друку.*)

50. Малишевська О. С., Осипчук М. М. Стохастична модель розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті. *Наукові вісті*

Інституту менеджменту і економіки „Галицька академія”. Івано-Франківськ, 2010. № 2(18). С. 141-147. (постановка задачі, проведено дослідження та їх аналіз.)

51. Малишевська О. С. Побутові відходи – джерело альтернативного енергопостачання. *Науковий вісник ІФНТУНГ.* – 2011. - №2. С. 142-145.

52. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Перспективи використання полімерних відходів як наповнювачів у бетонні суміші. *Науковий вісник НЛТУ України.* Львів, 2014. №24.2. С.156-163. (постановка задачі, проведено дослідження та їх аналіз.)

53. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Механічний рециклінг відходів поліетилентерефталатових пляшок. *Науковий вісник НЛТУ України.* Львів, 2014. Вип.24.9. С. 149-155. (постановка задачі, проведено дослідження їх аналіз)

54. Малишевська О. С., Чудик І. І., Мельник О.Д., Кирчей О. І. Перспективи застосування полімерних відходів для приготування полегшених тампонажних розчинів. *Науковий вісник НЛТУ України.* Львів, 2017. Вип. 27(3). С. 161-165. (постановка задачі, проведено дослідження їх аналіз, підготовлено матеріал до друку.)

55. Малишевська О. С., Гаркавий С. І., Мельник О. Д. Нанесення рослинних ПАР на поверхню полімерних адсорбентів для покращення вилучення нафтопродуктів із води. *Вода: гігієна та екологія.* Миколаїв, 2017. Вип. 1-2 (6). С. 44-50.(постановка задачі, проведено дослідження, їх аналіз.)

56. Myshchenko I., Soloviov O., Malyshevskaya O., Miziuk M. Sensorineural Hearing Loss in the Structure of Occupational Morbidity in Ukraine: the Problem of Disease Detection. *Galician medical journal.* 2018. Vol. 25, Issue 2. P. 34-39. (узагальнила результати, висновки.)

57. Малишевська О.С. Автономна та незалежно функціонуюча схема гнучкої виробничої системи переробки полімерних побутових відходів. *Молодий вчений.* 2019, 11(75). С.237-242.

58. Малишевська О.С. Комплексна гігієнічна оцінка умов праці під час переробки відходів полімерів. *Молодий вчений.* 2020, 7(83). С. 13-18.

– монографії:

59. Г.А.Гилев, Ч.Т.Іванків, О.Л.Калашникова, Ю.П.Олексин, О.С.Малишевська, Г.А.Федотова та ін.; Наука, освіта, виробництво і транспорт:

освіта, психологія, соціологія, філософія, філологія, біологія. Книга 2. Ч. 3. Серія «Інноваційна наука, освіта, виробництво і транспорт»; №2 : монографія. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. 160 с.

60. Y. Bandazheuski, N. Dubovaya, V. Yekhalov, N. Khobotova, I. Liskevych, M. Pityk, Z. Sadova-Chuba, V. Reshetylo, R. Sabadosh, O. Malyshevskaya, V.r Stus, K. Barannik, Y. Feshchenko, L. Kuryk, G. Khrystian, N. Popova, I. Torianyk, D. Masiuk, A. Kokarev, T. Vasylenko, S. Derevianko, A. Golovko, O. Molodchenkova, O. Ryshchakova, P. Kudryavtsev, N.Kudryavtsev. New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph. 4th ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2019. – 260 p. ISBN: 978-9934-571-78-7 DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7>.

61. Alekseeva N., Babchinska O., Bondarchuk M., Brazhko O., Cherep A., Cherep O., Kurman T., Labenska I., Liapunova O., Malyshevskaya O., Mamonov K., Marutiak H., Nalyvaiko L., Protska V., Rysin V., Sclyar., Troyan V., Varych O., Welchinska O., Zaremba O. Scientific research of the XXI century. Volume 2 : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks. California : GS publishing service, 2021. 312 p. ISBN: 978-1-7364133-1-9. DOI: <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13302-2021-002>

– *патенти*

62. Спосіб прогнозування тривимірного розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті: пат. 96751 Україна. МПК G01V 9/00, G01B 33/00. №u201410538; заявл. 26.09.2014; опубл. 10.02.2015. Бюл. № 3. 4 с. *(проведено патентний пошук, знайдено аналог та прототип, написана формула винаходу.)*

63. Спосіб прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку: пат. 67391А Україна. МПК G01V 9/00, G01B 33/00. №u2003098399; заявл. 11.09.2003; опубл.15.06.2004. Бюл. № 6. 6 с. *(проведено патентний пошук, аналог та прототип, написана формула винаходу.)*

64. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ): пат. 94992 Україна. МПК В29В 17/00. №u201406232; заявл. 05.06.2014; опубл. 10.12.2014. Бюл. №23. 6 с. (*патентний пошук, прототип, формула винаходу.*)

65. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ): пат. на винахід 110282 Україна. МПК В29В 17/00, В03В 9/06. №a201406234; заявл. 05.06.2014; опубл. 10.12.2015. Бюл. № 23. 6 с. (*патентний пошук, формула винаходу.*)

66. Пристрій для подрібнення пляшок із пластика: пат. 130090 на винахід Україна. МПК В29В 17/00. № a20180548; заявл.15.05.2018; опубл. 27.07.2020. Бюл. № 14. 6 с.

67. Пристрій для механічної активації поверхні подрібнених полімерних матеріалів: пат. 123509 Україна. МПК В29В 13/10. № a2018008061; заявл.31.08.2018; опубл. 14.04.2021. Бюл. № 15. 8 с (*проведено патентний пошук, пристрій, формула винаходу.*)

–інформаційні листи та авторські свідоцтва

68. Мізюк М.І., Малишевська О.С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. Лист. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, 2019. – 4 с.

69. Малишевська О. С., Луцький І. М. Комп'ютерна програма “Програма моделювання висхідної міграції хімічних речовин по каналах гідродинамічного зв'язку” (Скорочена назва – DIFFUSIVE MIGRATION). А.С. №44855 від 23.07.2012, Київ: Укрпатент, 2012. – 8 с.

70. Малишевська О. С., Луцький І. М. Комп'ютерна програма “Моделювання тривимірного площинного розповсюдження забруднюючих речовин у підземному водоносному горизонті” (скорочена назва - THREE-DIMENSIONAL DISTRIBUTION). А.С. №44806 від 23.07.2012, Київ: Укрпатент, 2012. – 12 с.

- навчальні посібники та збірники тестових завдань

71. О. П. Яворовський, Ю.О. Паустовський, Мізюк М. І., Малишевська О. С. та ін. Тестові завдання і ситуаційні задачі з охорони праці в медичній галузі : навч. посіб. Київ : Медицина, 2019. 224 с. ISBN: 978-617-505-743-8.

72. Мізюк М. І., Погорілий М.П., Малишевська О. С. та ін. Використання лабораторного обладнання навчально-практичного центру для гігієнічних досліджень : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 64 с. ISBN 978-966-286-166-2.

73. Мізюк М. І., Савчук Р. М., Малишевська О.С. та ін. Методики санітарної експертизи харчових продуктів та гігієнічної оцінки харчування населення : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 92 с. ISBN 978-966-286-165-5.

74. Мізюк М. І., Погорілий М. П., Малишевська О.С., Погоріла Л. Й. Гігієна праці особового складу Збройних Сил України під час обслуговування об'єктів озброєння, військової техніки та радіолокаційних станцій : навч. пос. Івано- Франківськ : Симфонія форте, 2019. 176 с. ISBN 978-966-286-168-6.

75. Малишевська О.С., Мізюк М. І., Мищенко І. А., Погорілий М. П. та ін. Збірник тестових завдань і задач з дисципліни «Охорона праці в медичній галузі» : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. ISBN 978-966-286-167-9.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	31
ВСТУП	32
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРІВ, ШЛЯХІВ І МЕТОДІВ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ НА ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	43
1.1 Використання полімерів у народному господарстві. Класифікація відходів полімерів	43
1.2 Аналіз обсягів утворення, накопичення та досвіду поводження з відходами полімерів в Україні та світі	45
1.3 Еколого-гігієнічна оцінка антропогенного навантаження відходів полімерів на основні компоненти природного навколишнього середовища	49
1.4 Вплив відходів полімерів на здоров'я людей	53
1.5 Традиційні та новітні технології поводження з відходами полімерів	58
1.5.1 Вивезення та захоронення полімерів, які входять до складу побутових відходів на полігони твердих побутових відходів	60
1.5.2 Комплексне сортування полімерів із побутових відходів	62
1.5.3 Розкладання	63
1.5.4 Спалювання	65
1.5.5 Повторна переробка (рециклінг)	69
1.5.5.1 Механічна переробка	72
1.5.5.2 Хімічне розчинення	73
1.5.5.3 Термоформування та отримання багатокомпонентних систем	74
1.5.5.4 Виробництво будівельних матеріалів і дорожніх покриттів	76
1.6 Еколого-гігієнічне та економічне обґрунтування вибору технології поводження з відходами полімерів	77
Висновки до розділу 1	80
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ	83
2.1. Обґрунтування вибору об'єктів і напрямку досліджень	83
2.2. Методи дослідження	87
2.3 Статистична обробка отриманих результатів	107
РОЗДІЛ 3. ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВ ІЗ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ НА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА УМОВИ ПРОЖИВАННЯ НАСЕЛЕННЯ (експериментальні дослідження)	109
3.1 Гігієнічна оцінка традиційної технології механічної переробки вторинної ПЕТФ-пляшки	109
3.2 Гігієнічна оцінка процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації	118

	28
3.3 Порівняльна гігієнічна оцінка механічної переробки вторинної полімерної сировини за традиційною технологією та зі стадією механічної активації	126
3.4 Визначення індексів небезпеки розвитку негативних ефектів у здоров'ї населення залежно від наявності чи відсутності в процесі механічної переробки вторинної полімерної сировини стадії механічної активації	129
3.5 Оцінка небезпеки хімічного забруднення атмосферного повітря в районі розташування виробництв механічної переробки вторинних полімерів для прогнозування не канцерогенного ризику для здоров'я населення	133
Висновок до розділу 3.	141
РОЗДІЛ 4. САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ МЕХАНІЧНИМ МЕТОДОМ ІЗ ВКЛЮЧЕННЯМ СТАДІЇ МЕХАНІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ, ЇХ ПРОДУКТІВ І ВІДХОДІВ (експериментальні дослідження)	143
4.1. Технологія механічної переробки вторинних полімерів із стадією механічної активації	143
4.1.1. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механічної активації за результатами лабораторних досліджень	146
4.1.2. Основні властивості продукції, отриманої шляхом механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації за результатами лабораторних досліджень	150
4.2 Оцінка розробленого устаткування для подрібнення та механічної активації вторинних полімерів	151
4.2.1 Пристрій для подрібнення суміші полімерів на фрагменти заданих розмірів	151
4.3 Вивчення санітарно-хімічної небезпеки продуктів та відходів переробки вторинної полімерної сировини, вилученої із ТПВ, традиційною механічною переробкою та зі стадією механічної активації	154
4.3.1 Вивчення впливу водних витяжок із зразків продуктів та відходів переробки вторинної полімерної сировини традиційною механічною переробкою та зі стадією механічної активації на ґрунтові мікроорганізми	154
4.3.2 Оцінка небезпеки впливу продуктів і відходів механічної переробки, зі/без стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини вилученої із ТПВ на гідробіонти	159
4.3.3 Оцінка небезпеки методом фітотестування зразків продуктів і відходів механічної переробки вторинної полімерної сировини, вилученої із ТПВ, за традиційною технологією та технологією зі стадією механічної активації	164
4.3.4 Оцінка небезпеки відходів та продуктів механічної переробки полімерних матеріалів за орієнтовним водно-міграційному показником	177
4.3.5 Порівняння продуктів та відходів технологій механічної переробки, зі/без стадії механічної активації, вторинної полімерної сировини вилученої із твердих побутових відходів за результатами біотестування	179
Висновки розділу 4	183
РОЗДІЛ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ ОПЕРАТОРІВ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МЕХАНІЧНИМ МЕТОДОМ	185

5.1 Гігієнічна характеристика умов праці операторів під час переробки полімерних відходів (розвантаження, подрібнення, миття, сушіння, механічна активація, контроль якості, пакування, зберігання, відвантаження)	185
5.1.1 Мікроклімат	186
5.1.2 Освітлення	189
5.1.3 Шум, вібрація	191
5.1.4 Хімічне забруднення повітря робочої зони	194
5.1.5 Важкість і напруженість трудового процесу	197
5.1.6 Комплексна гігієнічна оцінка умов праці	207
5.2 Комплекс заходів для оптимізації умов праці робітників процесу механічної переробки вторинних полімерів	209
Висновки до розділу 5	212
РОЗДІЛ 6. ДОСЛІДЖЕННЯ Й ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ДОДАВАННЯ ПЕРЕРОБЛЕНИХ ПОЛІМЕРІВ У КОМПОЗИЦІЇ НА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ (ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ)	214
6.1 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерів у композиції на зміну їх стійкості до фізичних навантажень	214
6.2 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерних відходів у цементно–піщані композиції на зміну їх корозійних властивостей у різних агресивних середовищах	221
6.3 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерів у цементно–піщані композиції на зміну їх теплоізоляційних властивостей	226
6.4 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерів у композиції на зміну їх звукоізоляційних властивостей	228
6.5 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка впливу обробки поверхнево-активними речовинами (ПАР) наповнювачів із перероблених полімерів різних видів на властивості композицій	231
6.5.1 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка зміни стійкості до фізичних навантажень композицій наповнених різними переробленими полімерами на поверхню яких нанесено ПАР	231
6.5.2 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка зміни стійкості у різних агресивних середовищах композицій, які наповнені механічно активованими полімерами, на поверхню яких нанесено ПАР, залежно від їх кількості	238
6.5.3 Дослідження зміни теплопровідності композицій наповнених механічно активованими полімерами вкритими ПАР, залежно від їх кількості	245
6.5.4 Дослідження зміни звукоізоляційних властивостей композицій наповнених переробленими полімерами вкритими ПАР, залежно від їх кількості	248
6.6 Обґрунтування оптимального складу композицій наповнених переробленими полімерами залежно від їх призначення	250
Висновки до розділу 6	250
РОЗДІЛ 7. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ АДСОРБЕНТІВ, ОТРИМАНИХ ІЗ ПЕРЕРОБЛЕНИХ ПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ (ЗБИРАННЯ) НАФТОПРОДУКТІВ З ПОВЕРХНІ ВОДИ ТА МІСЬКИХ СТИЧНИХ ВОД (ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ)	253
7.1 Дослідження сорбційних властивостей перероблених ПЕТФ для вилучення нафтопродуктів із поверхні води	256

	30
7.2 Дослідження сорбційних властивостей перероблених ПВХ для вилучення нафтопродуктів із поверхні води	259
7.3 Дослідження сорбційних властивостей перероблених сумішей ПЕ+ППІ для вилучення нафтопродуктів із поверхні води	262
7.4 Дослідження сорбційних властивостей перероблених полімерів для вилучення нафтопродуктів із стічних вод	264
Висновки до розділу 7	272
РОЗДІЛ 8. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ, ДО СКЛАДУ ЯКИХ ВХОДЯТЬ ПОЛІМЕРИ, І ВСТАНОВЛЕННЯ ЙОГО ВІДПОВІДНОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОМУ	274
8.1 Аналіз нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, в Україні	274
8.2 Аналіз нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, в ЄС	290
8.3 Порівняльний аналіз нормативно-правової бази поводження з полімерними відходами України та країн-членів ЄС	304
Висновки до розділу 8	308
РОЗДІЛ 9. НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ, ДО СКЛАДУ ЯКИХ ВХОДЯТЬ ПОЛІМЕРИ	309
Висновки до розділу 9	343
РОЗДІЛ 10. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	345
ВИСНОВКИ	365
ВІСНОВКИ	368
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	373
ДОДАТКИ	435

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

- ВРА – бісфенол-А;
ГДК – гранично допустима концентрація;
ГОСТ – государственный отраслевой стандарт;
ГРЗ – гострі респіраторні захворювання;
ДСТУ – державний стандарт України;
ДБН – державні будівельні норми і правила;
ЄС – Європейський Союз;
К_{к.д.} – коефіцієнт комбінованої дії;
МВ – методика вимірювань;
МВВ – методика виконання вимірювань;
ООН – Організація Об'єднаних Націй;
ПАР – поверхнево-активні речовини;
ПА (РА) – поліамід;
ПЗ – показник забруднення;
ПЕНТ (PE) – поліетилен низького тиску;
ПЕВТ (PE) – поліетилен високого тиску;
ПП (PP) – поліпропілен;
ПВХ (PVC) – полівінілхлорид;
ПЕТФ (PET) – поліетилентерефталат;
ПС (PS) – полістирол
ППВ – полімерні побутові відходи;
РВВ – розширена відповідальність виробника;
ССЗ – смітте спалювальний завод;
СЗЗ – санітарно-захисна зона;
СНіП – санітарні норми і правила;
ТПВ – тверді побутові відходи;
ТПВП – тверді побутові відходи, що містять полімери;
Н_Q – коефіцієнт безпеки
Н_І – індекс безпеки

ВСТУП

Актуальність теми. В Україні за останні 28 років частка полімерів у твердих побутових відходах зросла з 1,7 % до 9,16 %, за останнє десятиліття на 34,5 %, у результаті чого в країні накопичено близько 42 млн. т, відходів цього типу, крім того до цієї маси щорічно додається ще близько одного мільйона тонн (за даними УкрДержстатистики) [1].

Загальний обсяг виробленого пластику в світі у 2018 році становив 6,56 млрд. тонн. Із них лише 11,8 % були перероблені, 10,4 % - спалені, а 77,8 % - опинилися на полігонах або стихійних звалищах [2].

З 1 січня 2018 року Україна зобов'язалася сортувати все сміття за видами матеріалів, розділяти його на придатне для повторного використання, для захоронення та небезпечне, а також заборонила вивозити нерозділені відходи на полігони і звалища. Однак, у 2019 році, згідно даних Мінрегіону, менше ніж у 5 % населених пунктах впровадили роздільний збір сміття, а 78 % населення охопили послугами з вивезення відходів. Лише 6,1 % усього сміття в Україні було утилізовано (2 % – спалили, а 4,1 % – відправили на переробку), а 93,9 % захоронено на полігонах і звалищах, працював 1 сміттєспалювальний завод і 3 сміттєспалювальні установки [3,4].

Актуальність і перспективність вирішення проблеми переробки полімерних відходів зумовлена як значною еколого-гігієнічною небезпекою потрапляння таких відходів до біосфери, так і значним економічним ефектом, який доводять наступні факти: більшість полімерних виробів у довіллі практично не розкладається, розпадається на дрібні шматки; повторне використання або переробка полімерів не тільки економить нафтові ресурси, але й захищає атмосферу від парникових та інших шкідливих газів; у процесі переробки полімерів споживається на 70 % менше енергії, ніж під час виробництва нових продуктів; переробка полімерних відходів на 70-80 % зменшує територію, що необхідна для захоронення ТПВ [5-8].

Часто в процесі експлуатації звалища твердих побутових відходів (ТПВ) відбувається його самозаймання, в результаті чого у довіллі потрапляють

високотоксичні, канцерогенні та мутагенні речовини. Процес тління викликає не лише підвищення температури в тілі звалища в процесі розкладання органічних решток, а й контакт полімерів з рядом хімічних речовин у процесі ущільнення відходів під тиском нових відходів. Тління всередині тіла полігону непомітне. Під час засипання поверхні відходів землею та її періодичного змочування середина вигорає і утворюється порожнина. Саме даний процес став причиною трагедії 2016 року на Львівському полігоні ТПВ, наслідками якої стала загибель 3 рятувальників та одного еколога [9-12].

Вирішення проблеми безпечного для здоров'я населення та компонентів довкілля поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, сьогодні належить до пріоритетних завдань людства. Вагомий внесок для вирішення проблеми поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, зробили українські вчені: Амінова Г. Ф. [13], Вамболь С. О., Вамболь В. В. [14], Середюк А. М., Гаркавий С. І. [15], Горох Н. П. [16], Дмитруха Н. М. [17], Ерстенюк Г. М., Нейко Є. М. [18], Клінков О. С. [19], Леоненко О. Б. [20], Мізюк М. І. [21], Мікульонок І. В. [22], Самойлік М. С., Молчанова А. В. [23], Мокієнко А. В., [24], Мудрий І. В. [25], Прокопов В. О. [26], Слабий В. Г., Кривошей В. М. [27], Станкевич В. В., Костенко А. І. [28], Тетеньова І. О. [29], Трахтенберг І. М. [30], Шевченко О. А. [31], Щербань М. Г. [32].

Механічну переробку полімерних відходів визнано, науковцями світу, найбільш безпечним, екологічним, гігієнічним, мало витратним, у матеріальному та ресурсному плані, шляхом переробки полімерів [17,20,24,33-41]. Але продукти механічної переробки полімерів, у вигляді пластівців і волокон, не застосовуються в народному господарстві, в зв'язку з інертністю поверхні полімерів та відсутністю зчеплення в композиціях у які їх можна додавати в якості наповнювача, а є лише проміжним продуктом непридатним до використання без термічного та хімічного впливу [42-47]. Однак, доцільно акцентувати увагу саме на розробці та удосконаленні напрямку механічної переробки полімерних відходів у пластівці та волокна, який виключає деструктивні зміни в полімерах, тому є найбільш гігієнічним та екологічно безпечним. Відомо, що продукти деструкції полімерів створюють значачне техногенне навантаження на біологічні компоненти довкілля та людину [6,11,48-52]. Зокрема диоксини і фурані, що

виділяються під час деструкції полімерів володіють високотоксичним, подразнювальним, канцерогенним та мутагенним впливом і викликають стійкі незворотні деструктивні зміни в живих організмах, а у великих концентраціях – загибель останніх [20,23, 32,33,53,54].

Для зниження антропогенного тиску відходів полімерів на компоненти біосфери, світове та українське наукове співтовариство пропонує впроваджувати повторне використання полімерних відходів шляхом їх переробки (рециклінгу) в нові вироби господарського призначення [12,55-59].

Вирішенням проблеми інертності поверхні перероблених полімерів у найбільш екологічний та економічний спосіб, з метою покращення зчеплення з компонентами сумішей у які їх можна додавати, може стати розроблене нами, механічне активування поверхні перероблених полімерів. Впровадження розробленої гнучкої виробничої системи поводження з відходами полімерів, яка розділена за функціонально-цільовою ознакою і забезпечена автономністю та незалежністю функціонування, що включає технологію механічної переробки зі стадією механічної активації дозволить одночасно вирішити ряд гігієнічних, екологічних, медичних, технічних та економічних актуальних проблем: зменшити кількість небезпечних високотоксичних відходів, які до 85 % депонуються на полігонах ТПВ, що зменшить техногенне навантаження на довкілля, покращить екологічні й гігієнічні умови проживання населення; отримати екологічно безпечні, конкурентні продукти, які можна застосовувати в різних галузях народного господарства; на практиці реалізувати основну концепцію Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 № 2697-VIII; забезпечити практичне підґрунтя для реалізації ратифікованих Україною Директив ЄС 1999/31/ЄС та 2008/98/ЄС, які передбачають заборону вивезення на полігони побутових відходів без їх попереднього сортування.

Усе це спонукало нас до наукового узагальнення виконаних на сьогодні наукових робіт та особистих досліджень із метою визначення актуальної світової проблеми поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, а також шляхів її вирішення в даній дисертаційній роботі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науковий напрям роботи відповідає: пріоритетним напрямам інноваційної діяльності загальнодержавного, галузевого та європейського рівнів, затвердженим Законом України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року»; Закону України «Про відходи» №187/98-ВР; Постанові Кабінету Міністрів України від 04.03.2004 № 265 "Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами"; розпорядженню Кабінету Міністрів України від 03.01.2013 № 22-р «Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 роки»; ратифікованим в Україні Директивам ЄС: 2008/98/ЄС «Про відходи»; 1999/31/ЄС «Про захоронення відходів»; 94/62/ЄС «Про упаковку та відходи упаковки»; 76/403/ЄС «Про видалення відходів, які містять поліхлорбіфеніли і поліхлортерфеніли»; 2010/75/ЄС "Про промислові викиди"; 2012/18/ЄС «Про попередження важких аварій»; 2004/35/ЄС «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди.

Дисертаційна робота виконана в рамках бюджетної науково-дослідної роботи кафедри гігієни та екології Івано-Франківського національного медичного університету МОЗ України «Розробка новітньої технології утилізації полімерних побутових відходів на основі механічного рециклінгу» (Державний реєстраційний номер 0117U004237, 2016-2019 рр), де пошукач була відповідальним виконавцем.

Мета роботи: обґрунтування еколого-гігієнічної безпеки процесу поводження з полімерними побутовими відходами і розробка рекомендацій для мінімізації його несприятливого впливу на довкілля, здоров'я працюючих на підприємствах із переробки полімерів і населення.

Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні **завдання:**

1. Провести системний аналіз і дати еколого-гігієнічну оцінку безпеки традиційних і інноваційних технологій поводження з полімерами, що входять до складу ТПВ з урахуванням еколого-гігієнічних вимог і рекомендацій директив ЄС.

2. Науково обґрунтувати гігієнічні критерії розміщення виробництв із механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією

механічної активації, та встановити санітарно-захисну зону (СЗЗ) від них до межі житлової забудови.

3. Визначити рівні неканцерогенного ризику забруднення атмосферного повітря виробництвами механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації, для здоров'я населення залежно від їх місць розташування.

4. Дослідити в експериментальних умовах і дати гігієнічну оцінку небезпеки відходів та продуктів механічної переробки вторинних полімерів, без та зі стадією механічної активації, на компоненти біосфери.

5. Вивчити в експериментальних умовах і дати гігієнічну оцінку умовам праці операторів механічної переробки вторинної полімерної сировини без та зі стадією механічної активації.

6. Дослідити в експериментальних умовах властивості композицій та їх зміну під впливом ПАР, які включають продукти механічної переробки, зі стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини вилученої з ТПВ.

7. Дати гігієнічну оцінку продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини, зі стадією механічної активації, з метою їх застосування для вилучення нафти із поверхні води та водо-нафтових сумішей і зміну властивостей у середовищі рослинних ПАР.

8. Розробити гнучку виробничу систему переробки полімерів, вилучених із ТПВ, враховуючи еколого-гігієнічні вимоги та імплементацію рекомендацій директив ЄС.

9. Науково обґрунтувати концептуальні підходи до удосконалення еколого-гігієнічної складової нормативно-правової бази щодо поводження з полімерами, як складової ТПВ, з урахуванням вимог міжнародного та європейського законодавства.

Об'єкт дослідження: система еколого-гігієнічної оцінки впливу виробництв механічної переробки вторинної полімерів вилучених із ТПВ на стан забруднення навколишнього середовища, умови праці та умови життєдіяльності населення, відповідність нормативних документів санітарно-гігієнічного та екологічного законодавства України міжнародним вимогам.

Предмет дослідження: санітарно-гігієнічні та хімічні показники продуктів і відходів механічної переробки вторинних полімерів вилучених з ТПВ; показники оцінки ризику забруднення біосфери від діяльності виробництв із переробки вторинних полімерів; умови праці операторів переробки вторинних полімерів; гігієнічні та хімічні показники композиції на основі продуктів механічної переробки полімерів; нормативно-правова база санітарно-гігієнічного національного та європейського законодавства у сфері поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери.

Методи дослідження: бібліографічний метод аналізу наукової та нормативно-методичної інформації; методи лабораторного та натурного гігієнічного експерименту; санітарно-хімічний, для дослідження міграції хімічних речовин із відходів та продуктів переробки полімерів у компоненти довкілля; гігієнічні для оцінки умов праці операторів механічної переробки вторинних полімерів; інструментальний та медико-статистичний з використанням пакетів прикладних програм StatSoft STATISTICA (v.6.0), Excel.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

- розроблено нову інноваційну технологію переробки полімерної сировини вилученої з ТПВ, шляхом удосконалення методу механічної переробки полімерів, яка відрізняється від відомих меншою кількістю стадій переробки, введенням стадії механоактивації та отриманим кінцевого продукту, який можна застосувати у різних галузях народного господарства;
- науково обґрунтовано гігієнічні критерії розміщення виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації, та встановлено для них СЗЗ до межі житлової забудови;
- оцінено ризики можливого розвитку несприятливих ефектів у здоров'ї населення внаслідок забруднення атмосферного повітря виробництвами механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації, залежно від їх місць розташування;
- проведено комплексну гігієнічну оцінку небезпеки продукції та відходів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, вилученої з ТПВ, без та зі стадією механічної активації, для навколишнього

середовища та здоров'я населення;

- проведено комплексну гігієнічну оцінку умов праці операторів механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації, та розроблено комплекс заходів спрямований на оптимізацію умов праці останніх;

- розроблено структуру гнучкої виробничої системи поводження з полімерами вилученими з ТПВ, яка розділена за функціонально-цільовою ознакою і забезпечена автономністю та незалежністю функціонування;

- отримані дані про еколого-гігієнічну безпеку та ефективність використання механічно перероблених полімерів, в середовищі рослинних ПАР, для вилучення нафти з поверхні води та водо-нафтових сумішей;

- показано, що нанесення на поверхню вторинної полімерної сировини ПАР покращує властивості композицій, виготовлених із механічно перероблених та активованих продуктів, отриманих із вторинної полімерної сировини.

- науково обґрунтовано доцільність впровадження проєвропейських концептуальних підходів поводження з відходами та упаковками відходів в Україні, що дозволить удосконалити сферу управління та поводження з полімерами, котрі містяться в ТПВ, від кардинальних змін загальнонаціонального масштабу до невеликих, мало затратних, поступових кроків, спрямованих на зміну уявлення населення про поводження з відходами.

Практичне значення роботи і впровадження отриманих результатів у практику. Отримані результати та наукові положення дисертації використано як методичну основу для розробки важливих практичних завдань у галузі охорони довкілля та гігієнічних вимог щодо поводження з полімерами відходів, що зменшить еколого-гігієнічний ризик поводження з полімерними відходами, знизить антропогенне навантаження на компоненти біосфери, покращить еколого-гігієнічні умови проживання та збереження здоров'я населення.

1. Одержано 2 патени України на винахід: «Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату» (№ 110282-2015), «Пристрій для подрібнення пляшок із пластика» (№130090-2018), і 3 патенти на корисні моделі: «Спосіб

переробки відходів пляшок із ПЕТФ» (№ 94992-2014), «Спосіб прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку» (№ 67391-2015), «Спосіб прогнозування тривимірного розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті» (№ 96751-2015).

2. За результатами досліджень ініційовано подання змін і доповнень до проекту ЗУ «Про управління відходами» № 2207-1 від 16.10.2019 (на розгляді в профільному комітеті Верховної Ради України).

3. За участю автора розроблено та впроваджено інформаційний лист про нововведення в системі охорони здоров'я МОЗ України № 673-2019 «Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів».

4. Створені та отримані авторські свідоцтва: №44855 «Комп'ютерна програма "Програма моделювання висхідної міграції хімічних речовин по каналах гідродинамічного зв'язку» (Київ, Укрпатент, 2012), №44806 «Моделювання тривимірного площинного розповсюдження забруднюючих речовин у підземному водоносному горизонті» (Київ, Укрпатент, 2012)).

5. Матеріали досліджень використані під час підготовки трьох монографій: «Наука, освіта, виробництво і транспорт: освіта, фізичне виховання, психологія, соціологія, філософія, філологія, біологія» (Одеса, 2019), «New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries» (Riga, Latvia, 2019), «Scientific research of the XXI century» (California, USA, 2021) та п'яти навчально-методичних посібників: «Методики санітарної експертизи харчових продуктів та гігієнічної оцінки харчування населення» (Івано-Франківськ, 2019), Використання лабораторного обладнання навчально-практичного центру для гігієнічних досліджень" (Івано-Франківськ, 2019), «Тестові завдання і ситуаційні задачі з охорони праці в медичній галузі» (Київ, 2019), «Гігієна праці особового складу Збройних Сил України» (Івано-Франківськ, 2019), «Збірник тестових завдань і задач з дисципліни «Охорона праці в медичній галузі» (Івано-Франківськ, 2019).

6. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено у виробничий процес ПНДП «ІНТТЕХ» (акт впровадження від 21.11.2018 р.), ТзОВ «Нафтогазтехнологія» (акт впровадження від 03.12.2018 р.), ТзОВ «Екосонік-Вест» (акт впровадження від 18.09.2019 р.).

7. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедр: гігієни, екології та охорони праці Дніпропетровського Державного медичного університету, гігієни та екології Івано-Франківського національного медичного університету, загальної гігієни та екології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова, гігієни та екології № 1-4 Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця, гігієни та екології і № 2 Харківського національного медичного університету, загальної гігієни з екологією Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького, гігієни та екології ВДНЗУ “Буковинський державний медичний університет”.

Особистий внесок здобувача. Теоретичне обґрунтування і всі результати дисертаційного дослідження отримані автором особисто у межах науково-дослідних робіт. Автором розроблена програма дисертації, виконано патентно-інформаційний пошук, аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури за темою дисертації, визначено мету та завдання дослідження, опанувано методики, необхідні для реалізації завдань дисертаційної роботи, в повному обсязі виконано експериментальні лабораторні та натурні дослідження. Безпосередньо дисертантом проведена первинна обробка та аналіз отриманих результатів, сформульовано всі положення, висновки та практичні рекомендації. Дисертантом спільно з науковим консультантом окреслена проблематика та концепція дослідження, обрано стратегічні напрямки виконаного дисертаційного дослідження. У дисертаційній роботі не використовувались результати та ідеї співавторів публікацій. Особистий внесок здобувача становить понад 80 % від загального обсягу роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали та положення дисертаційного дослідження представлені й обговорені на: I міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Трансфер технологій: від ідеї до прибутку» (Дніпропетровськ, 2010); VIII Міжнародній науково-технічній конференції "Еколого-економічні проблеми Карпатського євро регіону «ЕЕПКЄ-2011» (Івано-Франківськ, 2011); науково-практичній конференції «Наука і освіта XXI століття» (Івано-Франківськ, 2012); обласній науково-практичній конференції «Інтелектуальний продукт вчених і винахідників Прикарпаття» (Івано-Франківськ, 2015, 2018); Міжнародній конференції

«Інновації в медицині» (Івано-Франківськ, 2016); XXV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку» (Переяслав-Хмельницький, 2016); IV Міжнародному конгресі «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (Львів, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні тенденції розвитку науки" (Київ, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні проблеми та інновації" (Івано-Франківськ, 2017); науково-практичній конференції «Вплив довкілля Прикарпаття на перебіг фізіологічних процесів» (Івано-Франківськ, 2017); International scientific conference "CONFSEC 2017" (Borovets, Bulgaria, 2017); V Міжнародна науково-практична конференція «Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування» (Тернопіль, 2017); науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України», (Київ, 2017, 2018, 2020); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми світової медицини та її роль у забезпеченні здоров'я світового співтовариства», (Одеса, 2018); Міжнародній науково-практичній конференції «Рівень ефективності та необхідність впливу медичної науки на розвиток медичної практики», (Київ, 2018); VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» (Київ, 2018); Международной научно-практической конференции "Современная научная идея", (Минск, Білорусь, 2018); Materiały konferencji all-ukrainian scientific and practical conference with international participation "poltava days of public health"(Poltava, 2018); III international scientific-technical conference (Kielce, Poland, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Довкілля і здоров'я», (Тернопіль, 2019); Научно-практический симпозиум «Иновационная наука, образование, производство и транспорт» (Минск, Беларусь, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини», (Київ, 2020), Національний форум «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології», (Івано-Франківськ, 2020).

Обсяг та структура дисертації. Дисертація викладена на 487 сторінці друкованого тексту (основний обсяг становить 315 сторінок), складається з

анотації, списку публікацій здобувача, змісту, переліку умовних позначень, вступу, десяти розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел, чотирнадцяти додатків. Робота ілюстрована 68 таблицями, 97 рисунками. Список використаних джерел включає 643 бібліографічних описів, з них 408 – кирилицею, 235 – латиною.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 75 наукових праць, з них 31 стаття, серед яких 14 – у рекомендованих наукових фахових виданнях України, 6 – що входять до міжнародних наукометричних баз, 11 – в інших періодичних виданнях, 27 тез конференцій, видано 3 монографії, отримано 6 патентів України на винаходи та корисні моделі, 1 інформаційний лист, 2 авторські свідоцтва, 4 навчальні посібники та 1 збірник тестових завдань.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРІВ, ШЛЯХІВ І МЕТОДІВ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ НА ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Використання полімерів у народному господарстві. Класифікація відходів полімерів

Пластмаси - це хімічна продукція, що складається з високомолекулярних, довго ланцюгових полімерів. Налічується більше 150 видів пластиків, 30 % із них - це суміші різних полімерів. Для досягнення певних властивостей, кращої переробки в полімери вводять різні хімічні добавки, яких вже більше 100 та їх перелік постійно зростає, деякі з них відносяться до токсичних сполук [4,60].

До числа найбільш поширених полімерів для виробництва полімерної продукції відносяться - поліетилен (PE), поліпропілен (PP), полівінілхлорид (PVC), полістирол (PS), поліетилентерефталат (PET), а також поліаміди, полікарбонати, поліакрилати, поліуретани, фторопласти і поліефіри [35,36,61].

Сьогодні чинного нормативно-правового документа, що класифікує відходи полімерів немає. Із врахуванням класифікації ЄС, щодо полімерів, законодавства України та класифікацій запропонованих у працях науковців, відходи полімерів пропонується розділяти за видами полімерів на [4,60-67] (рис. 1.1):

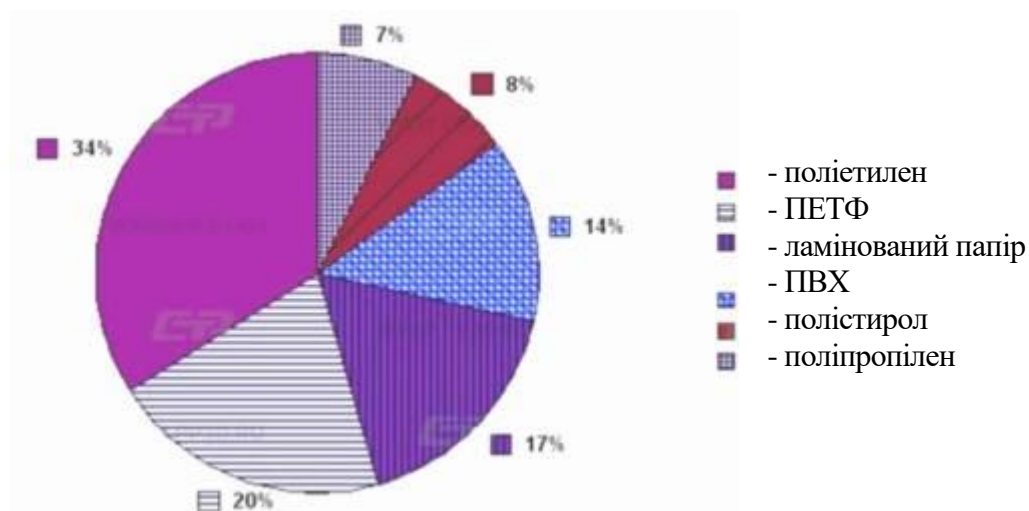


Рисунок 1.1 – Структура полімерних відходів за видами полімерів в Україні станом на 2019 рік [Укрстатистика]

1. Поліетилен високого тиску (ПЕВТ) - в основному багаторазові сумки, лотки і контейнери, с/г плівка, харчова упаковка.
2. Поліетилен низького тиску (ПЕНТ) – іграшки, пляшки з- під молока, косметичних засобів, труби, посуд, пивні ящики, пластикові піддони, відра.
3. Поліпропілен (ПП) - харчова упаковка, обгортки солодоців та снєків, корки, контейнери, труби, автозапчастини, пивні ящики, одноразовий посуд, тара від молочної продукції, білі корпуси акумуляторів, піддони, відра.
3. Полістирол (ПС) – харчова упаковка (молочна, рибна), будівельна ізоляція, електроустаткування, одноразовий посуд, ящики, контейнери для продуктів харчування, корпуси техніки.
4. Полівінілхлорид (ПВХ) – отримують понад 3000 видів матеріалів і виробів. Віконні рами, покриття для підлоги, шпалери, труби, ізоляція, надувні басейни, плівка, упаковка, що піддається термоусадці, лінолеум, килимові покриття, упаковка непродовольчих товарів, ємності для технічних рідин і побутової хімії.
5. АБС-пластик (АБС) - корпуси апаратури.
6. Поліамід (ПА) – плівка, кульки, упаковка.
7. Поліетилентерефталат (ПЕТФ) - пляшки для води, напоїв, соків, миючих засобів, ємності для рідких, пастоподібних харчових продуктів.
8. Поліуретан (ПУ) - будівельна ізоляція, подушки і матраци, монтажні та ізоляційні піни.
9. Інші полімери - оптичні волокна (РВТ); лінзи окулярів, покрівельні листи (ПК); сенсорні екрани (РММА); покриття кабелів (РТФЕ); та багато іншого.

Найчастіше застосовують класифікацію полімерних відходів за складністю і вартістю утилізації [62,65,66]:

1. Із хорошими властивостями - чисті відходи виробництва (літники, обрізки, брак), умовно чисті відходи споживання, одержувані в місцях, де збір і сортування або налагоджені, або не потрібні (медичні одноразові вироби і системи, плівка, пластмасові ящики, ПЕТФ-пляшки).

Утилізація забезпечує порівняно високу рентабельність їх переробки. Об'єми їх утворення від загальної кількості полімерних відходів від 5 % до 12 %. Ступінь переробки від 70 % до 90 %.

2. Із задовільними властивостями – згадані вище види полімерних відходів виробництва і споживання, що містять допустиму кількість забруднень. Збір і переробка таких відходів вимагає витрат на сортування, миття і використання більш складного обладнання з переробки і виробництва виробів. Їх використання може бути рентабельним. Об'єми їх утворення від загальної кількості - від 10 % до 25 %. Ступінь переробки від 20 % до 30 %.

3. Відходи, що важко утилізуються - сильно забруднені і змішані відходи виробництва і споживання, відходи з композиційних полімерних та інших видів матеріалів, деталі побутової та автомобільної техніки. Збір і переробка важко утилізованих відходів, як правило, нерентабельна.

Саме полімерні відходи такого типу в Україні практично не збираються і не утилізуються. Об'єми їх утворення від загальної кількості полімерних відходів від 60 % -до 85 %. Ступінь переробки - до 3 %.

1.2 Аналіз обсягів утворення, накопичення та досвіду поводження з відходами полімерів в Україні та світі

Масове виробництво пластику почалося 60 років тому. За цей час обсяг його випуску виріс в 216 разів - з 1,7 млн. т в 1954 році до 364 млн. т в 2019 році [2]. Тільки пляшок для води штампують по 540 млрд на рік (23 тис. од. щосекунди) [7].

Полімерна промисловість посідає сьоме місце серед провідних галузей виробництва у Європі. У 2018 році в усьому світі вироблено 359 млн. т полімерів. Лівову частку полімерів (51 %) виробляють країни Азії (30 % - Китай, 4 % - Японія, 17 % - інші країни Азії), 18 % -США, 17 % - ЄС, Африка – 7 %, Латинська Америка - 4 %, країни СНД – 3 % [2].

Розподіл за видами виробленого пластику станом на 2018 рік у країнах ЄС представлено: ПП – 19,3 %, ПЕНТ – 17,5 %, ПЕВТ - 12,2 %, ПВХ – 10 %, ПУР – 7,9 %, ПЕТФ – 7,7 %, ПС – 6,4 %, інші полімери – 19 %.

Сумарний обсяг рециклінгу (рис. 1.2) в всіх секторах споживання полімерів в Європі у 2018 році становив 9,4 млн. т, що відповідає 32,5 % від загального обсягу переробленої в Європі пластмаси (понад 29 млн. тон). Спалено з рекуперацією

енергії 12,4 млн. т (42,6 %) полімерних відходів, а на полігони і звалища потрапило 7,2 млн. т (25 %) [2].

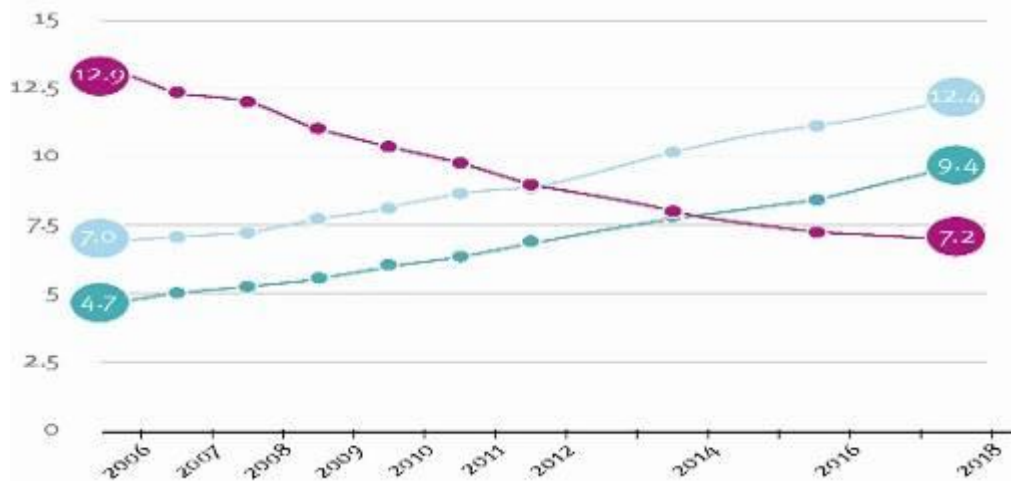


Рисунок 1.2 – Динаміка накопичення та поводження з полімерними відходами в країнах ЄС (2006-2018 рр) [2]

З 2006 року кількість полімерних відходів зросла з 24,9 млн. т до 29,1 млн. т, тобто на 19 %. За останні 12 років кількість відходів полімерів, що переробили, зросла на 100 %, а спалених із рекуперацією енергії – на 77 %. Стабільною є тенденція до зменшення накопичення полімерів на звалищах із 12,9 млн. т у 2006 році до 7,2 млн. т, у 2018 році в загальному на 44 % [2,7]. При цьому на переробку йде лише 9 % пластика, ще 12 % спалюється, а 79 % потрапляє на звалища і в довкілля. У результаті з 9,2 млрд тон пластику, виробленого людиною до 2019 - 7,27 млрд. т стали сміттям [9,68].

Загальносвітовою є екологічна проблем використання та утилізації полімерних пакетів та упаковки на які припадає понад 40 % світового виробництва полімерів, а з цієї кількості 47 % витрачається на упаковку харчових продуктів. Середній рівень збору та переробки полімерної упаковки не перевищує 18 %, а з твердих побутових відходів – 5 % [7,69,70].

В країнах ЄС ухвалено директиву 94/62/ЄС «Про упаковку і відходи упаковки», що визначає основні вимоги до упаковки з точки зору впливу на навколишнє природне середовище. Всі країни члени-ЄС прийняли законодавчі акти спрямовані на впорядкування збору, переробки або знищення полімерних відходів на своїх територіях. Створено Національний Консорціум Упаковки (CONAL), що координує збір, сортування та транспортування матеріалів,

визначає загальні умови вивезення тими, хто їх зробив, розробляє і доповнює програми з управління рухом упаковки і відповідних відходів [7,71,72]. Ця директива є ратифікованою в 2018 році і в Україні, однак виконання її вимог або відтерміновано, або не виконується належним чином.

На даному етапі країни-члени ЄС встановили норму 15 % включення вторинних полімерів у новій полімерній упаковці, а Німеччина посилила норми до 60 % [68]. Полімерні матеріали з 1 січня 1999 р, за загальної квоти в 60 %, мають утилізуватись як матеріал не менше 36 %. Решта – 24 % можна утилізувати як матеріал, сировину чи енергоносії [73]. Маркування виробів, які містять відновлений матеріал, повинно відповідати міжнародному стандарту [74], який рекомендує зображувати «петлю Мебіуса» із зазначенням відсотка вторинного матеріалу [75].

З 2006 р. кількість відходів пластикової споживчої тари та упаковки, відправлених на переробку, в країнах ЄС зросла на 92 % . Всього в країнах Європи в 2018 р було використано більше 17,8 млн. т. полімерної тари та упаковки. 42 % цього типу відходів перероблено, 39,5 % - спалено для отримання енергії.

Лідером переробки серед європейських держав є Словаччина, де ступінь переробки полімерної тари та упаковки сягає 52 %. Половина країн-членів ЄС досягли ступеню переробки цього виду полімерних відходів понад 42 % (рис. 1.3).

Завдяки функціонуванню системи рециклінгу заощаджені 22,1 млрд. кВт / год електроенергії, викиди парникових газів скоротилися на 5,34 млн. т, що відповідає викидам міських автобусів на трасі, протяжністю 4,13 млрд. км.

Аналіз даних поводження з пластиковою тарою та упаковкою в країнах Євросоюзу за 2018 рік свідчать про загальну позитивну тенденцію щодо переробки цього типу полімерних відходів, проте понад 18,5 % відходів потрапляє на сміттєзвалища [2,7,75-83].

Штати Орегон і Каліфорнія (США) також прийняли закони про 25 % вміст вторинного полімерного матеріалу в пластикових контейнерах [78].

ООН стурбована недостатньою організацією контролю обігу та утилізації відходів в країнах світової спільноти [7,79,80]. Тому Директивою та Резолюцією Йоханнесбурзького саміту 2002 року ООН моніторинг відходів названий одним із

основних умов для здійснення контролю за змінами в обсязі і якості відходів і їх впливом на здоров'я людини та довкілля [80,81]. ООН та міжурядовим організаціям в співпраці з урядами рекомендовано надавати допомогу в справі сприяння мінімізації відходів шляхом стимулювання більш широкого обміну інформацією, «ноу-хау» і досвідом. Розроблено перелік конкретних заходів, в який включені визначення, розробка та узгодження методології, моніторинг відходів та передача такої методології іншим країнам.

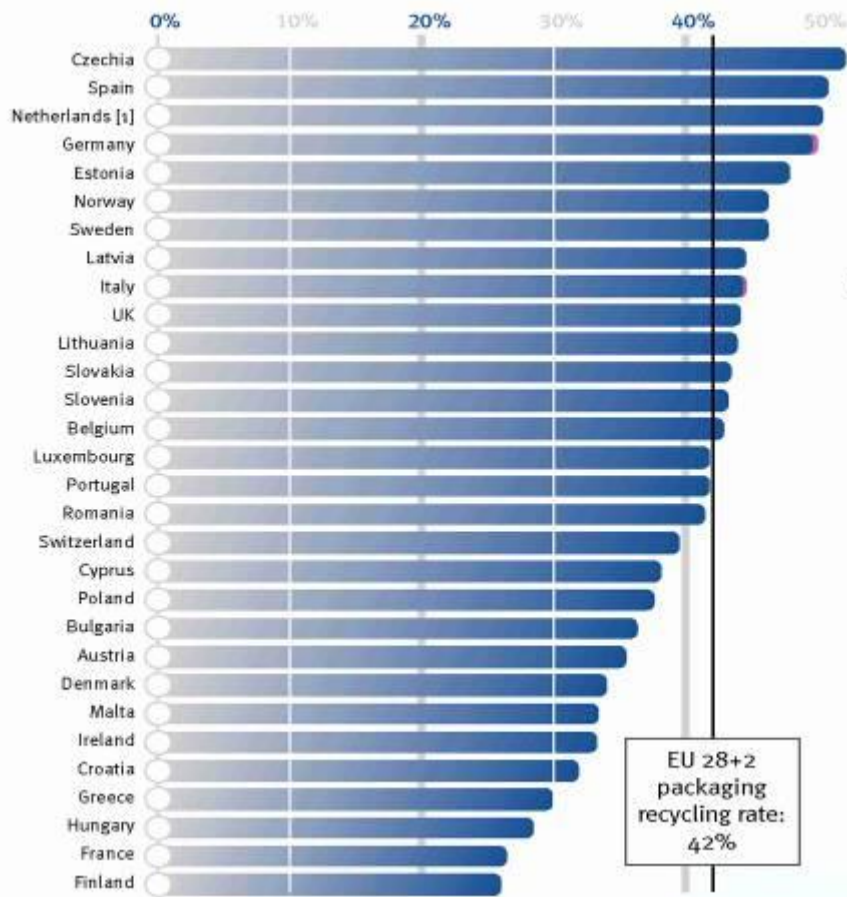


Рисунок 1.9 – Показники переробки пластикової тари і упаковки в країнах Євросоюзу станом на 2018 рік [2].

Складне становище склалось в Україні в сфері утилізації полімерних відходів. У 2018 році було утилізовано 0,21 млн. т (25,6 %) полімерних відходів, серед них тари та упаковки – лише 4,3 %. Досягнуті показники не відповідають потребі у вторинній сировині в Україні. Обсяг зібраних ресурсоцінних компонентів завдяки роздільному збору побутових відходів мешканцями у контейнери на прибудинковій території, сортувальним лініям на полігонах та через пункти вторинної сировини становить лише 40% від потужностей сміттєпереробних заводів. Обсяг імпорту

вторинної сировини для функціонування діючих підприємств з переробки становить 400 тисяч тон. За умови належного роздільного збору побутових відходів у населених пунктах не існувала б потреба у завезенні з-за кордону вторинної сировини для завантаження діючих в Україні підприємств [78,82].

Із метою вирішення проблеми утилізації полімерних пакетів слід було б зобов'язати їх виробників використовувати в своїй продукції вторинну сировину, отриману шляхом переробки відходів пакетів.

1.3 Еколого-гігієнічна оцінка антропогенного навантаження відходів полімерів на основні компоненти природного навколишнього середовища

Одним з основних наслідків антропогенної діяльності є збільшення кількості побутових і промислових відходів, зокрема і полімерних, зростання чисельності яких відбувається найбільш інтенсивно. При цьому технічний прогрес обумовлює все більш різноманітний склад полімерних відходів, які й надалі переважно депонуються на численних полігонах і звалищах [2,7,83-88].

Протягом свого існування людство продукує одну лінійну схему «видобуток - переробка - виробництво - споживання - відходи» і відповідну їй схему матеріальних потоків «сировина - напівпродукт - продукт - відходи» [89-94]. Але зважаючи на кількість людей і масштаби техносферного кругообігу, що залучені до даних схем, вони стають все менш і менш прийнятними та більш небезпечними [95-101]. Зміни в природокористуванні викликані необхідністю: енерго- і ресурсозбереження - через дефіцит ресурсів і потрібних для захоронення відходів площ, низкою незворотних змін, які вже відбулись у біосфері та стрімким ростом загальної захворюваності і смертності населення, що проживає в зоні техногенного впливу [2,66,67,102-108].

Полімери, з еколого-гігієнічної точки зору, мають особливе значення - вони штучно створені. Їх виробництво використовує невідновлювані ресурси вуглецевої сировини. Утилізація полімерів утруднена стійкістю їх до розкладання мікроорганізмами. Хоч полімери доволі інертні компоненти сміття, однак вони теж поступово руйнуються, виділяючи небезпечні для живих організмів речовини, в тому числі надтоксичні з'єднання діоксинового і фуранового ряду [49-51,54,65,103,109-115].

Складаючи близько половини всіх відходів за об'ємом, пластик розпадається на дрібні частинки, мігрує по біогеоценозах, проникає в харчові ланцюги, руйнує екосистеми [86,116]. У 2018 році оприлюднено результати дослідження впливу продуктів деструкції полімерів на живі організми, якими встановлено зв'язок між мутаціями в живих організмах та відходами полімерів [113].

Поступово обмеження на пластик вводиться в десятках країн, але цих заходів недостатньо, щоб запобігти глобальному «пластиковому захаращенню» [3,6,7,113-117]. При цьому перехід на полімери, котрі біорозкладаються, теж критикуються фахівцями, що прогнозують активне зростання вмісту вуглекислого газу в атмосфері під час їх деградації [116,118].

У води Світового океану і в інші водні об'єкти на Землі потрапляє біля 8 млн. т пластикового сміття на рік. Прогноз ООН.: «...якщо не вжити заходів, то кількість непереробленого пластику виросте з 32 млн. т у 2010 році до 100-250 млн т у 2025 р. У результаті пластику до 2050-го року в Світовому океані буде більше, ніж всіх морських тварин ...», - із доповіді МЕФ і Ellen MacArthur Foundation [2,7,119].

Океани приймають на себе основний удар пластикового забруднення: через кругообіг течій у них утворюються «смітцеві острови» - по два в Атлантичному і Тихому (північ і на південь від екватора), один в Індійському. Найбільше пластикового сміття продукує Південно-Східна і Південна Азія [120,121].

При цьому пластик не тільки дрейфує на поверхні, але опускається на дно: влітку 2018-го вчені з Центру досліджень океану довели, що сміття тоне, склеюючись із частками біологічного походження [2,6,122].

Збираючись на суші, пластикові відходи під впливом природних явищ потрапляють у водні артерії, а з ними у моря та океани. Сотні птахів, риб і черепах приймають полімерні відходи за щось їстівне, у результаті спостерігається їх масова загибель у місцях локалізації «островів полімерного сміття». Відзначається, що в тілах близько 43 % загиблих морських мешканців, 86 % морських черепах і 44 % птахів та 35 % риби виявлено частинки пластику [123-132].

Ще недавно найстрашнішим символом глобального забруднення була Тихоокеанська смітцева пляма – континент пластикових відходів. Але сьогодні є не менше небезпечний і до того ж практично невидимий ворог –

мікропластик. Його в світовому океані вже в шість разів більше, ніж пластику, що формує сміттєві плями. Мікропластик набагато швидше мігрує в навколишньому середовищі, з одних організмів в інші. Якщо сміттєві плями формуються більш-менш в одному місці, то мікропластик присутній по всій планеті, у результаті цього мікропластик їдять усі [122-126].

У вересні 2017-го з'явилося дослідження зразків водопровідної води з 14 країн. Встановлено, що очисні споруди не в змозі затримати шматочки пластику. Заміна проточної води на бутильовану не рятує: за півроку нове дослідження 250 пляшок води з 9 країн світу виявило мікропластик у кожній пляшці [128].

Людина, як споживач води та продуктів, теж має в організмі часточки пластику. У 2018 році вчені Відня проаналізували зразки калу добровольців різних країн і в усіх знайшли часточки полімерів [123,126].

З їжею і водою мікропластик проникає в тканини людини і осідає в органах. Із ним в організм потрапляють синтетичні барвники, вогнестійкі добавки, пестициди та інші токсичні речовини. Накопичення мікропластика може викликати запалення кишківника, вплинути на репродуктивну функцію. На мікропластику накопичуються грибки, віруси і інші патогени, тому страждає й імунна система. Відфільтрувати мікропластик практично неможливо [122,126].

Результати дослідження вчених поведінки мікропластику в організмах тварин показали, що частинки розміром менше 50 мікрон можуть проникати через стінки кишківника в кров і внутрішні органи [126,128].

Однак, вчені утримуються від остаточних висновків: занадто багато про вплив мікропластику ще невідомо. Точно можна говорити лише про негативний вплив токсичних домішок, що додають у пластик: пестицидів, барвників, важких металів. У процесі деструкції пластикового виробу ці канцерогени вивільнюються та абсорбуються навколишнім середовищем [126].

Доповідь Центру міжнародного екологічного права («Пластик і здоров'я: реальна ціна пластикової залежності») стала першою спробою простежити вплив пластика на здоров'я людей на всіх етапах його життєвого циклу - від виробництва до захоронення на звалищах. Висновки доповіді - виявлено 4 тисячі потенційно небезпечних хімічних сполук, із них детально проаналізували 1

тисячу, з якої 148 визнано дуже небезпечними [129]. Але, композицій полімерів сотні і, щоб простежити ступінь впливу кожної з них, необхідні десятиліття.

У 2018 році Брюссель прийняв «Пластикову стратегію», за якою з 2021 року в країнах ЄС забороняється одноразовий посуд. Для продуктової упаковки, що не має замінників, до 2025 року слід на чверть скоротити обсяг її використання [7,133].

У 2019 році уряд ЄС заборонив використовувати в продуктах майже всі існуючі види мікропластика. Найбільше постраждала косметична галузь, котра широко використовує мікропластик в усіх косметичних засобах [7,125,133].

Вчені-гігієністи та екологи зійшлися на думці, що популярною – однак хибною, є думка, що досить замінити звичайні полімери на полімери, що біодеградують, і проблема полімерних відходів зникне. Однак наукова спільнота виступає проти біополімерів. Під цією назвою ховаються оксополімери – звичайний пластик із добавками, які прискорюють його розпад. Тобто ми отримуємо прискорене утворення мікропластика. Європа ввела заборону використання таких матеріалів з кінця 2020 року. Є полімери, що на 100 % складаються з органіки - з крохмалю, кукурудзи та на українському ринку вони практично відсутні. Якщо ж їх масово вводити, то на звалища додатково потрапить величезна маса органіки, що виділяє «парниковий» газ. Це можливо лише за налагодженого збору органічних відходів із метою виробництва компосту та біогазу, та в умовах України, де 96 % сміття потрапляє на звалища, це неприйнятно [6,7,118,130,131].

Настільки ж малоефективним є й заміна пластикових пакетів на паперові. Вони виготовляються з деревини, а це вже залишає серйозний екологічний слід. Тому потрібно оцінювати в комплексі, яких збитків природі завдає виробництво того чи іншого типу упаковки. Нами підраховано, що повна заміна поліетиленових пакетів на паперові в Україні збільшить площу лісових вирубок на 15 % [7,132].

Тому, в основу екологічної світової політики, боротьби з полімерними відходами, повинна бути покладена стратегія сталого безвідходного розвитку, що забезпечує баланс техносферного і біосферного кругообігів речовин, гармонійне співвідношення можливості задоволення потреб людини зі здатністю природного середовища до виживання без його руйнування [6,83,86,89,134,135].

Для зниження антропогенного тиску відходів полімерів на компоненти біосфери, наукове співтовариство пропонує впроваджувати повторне використання полімерних відходів шляхом їх переробки в нові вироби господарського призначення [17,35-41,136,137]. Це зменшить обсяги відходів на полігонах і звалищах, заощадить вуглецеву сировину, знизить рівень і масштаби забруднення біосфери екоотоксикантами.

1.4 Вплив відходів полімерів на здоров'я людей

Проблема профілактики можливого несприятливого впливу на здоров'я населення відходів полімерів в умовах зростаючого обсягу їх накопичення привертає все більш пильну увагу гігієністів, екологів, технологів та інших фахівців, що займаються питаннями управління відходами.

Відомо, що полімери вважаються інертними матеріалами. Однак багаторічний досвід застосування і накопичені дані свідчать про те, що вони можуть бути джерелом поллютантів, що надходять в навколишнє середовище (повітря, воду, ґрунт) і контактують в ньому. Обумовлено це, в першу чергу, міграцією низькомолекулярних речовин, що входять до складу полімерів, здатних за певних умов виділятися зі складної композиції в навколишнє середовище; з іншого боку – результатом природного старіння полімерів під впливом різних чинників, що призводять до їх деструкції. При цьому інтенсивність міграції низькомолекулярних компонентів може зростати в результаті впливу різних чинників зовнішнього середовища в процесі старіння полімерів (деструкції з декомпозицією і деполімеризацією) [13,25,26,138,139].

Процес полімеризації проходить лише на 97-98 % і він зворотній. Тому полімери постійно розкладаються (деструктують) під впливом різних чинників, що знижує термін служби полімерів до 15-20 років, після чого вони перетворюються в порошок [54,140-143].

Не меншу небезпеку становлять неполяризовані мономерні та інші продукти синтезу полімерів (каталізатори, ініціатори, прискорювачі полімеризації), а також

технологічні добавки (стабілізатори, наповнювачі, барвники та ін.), що здатні переходити в контактуюче з виробами середовища [35,144-147].

Жоден із видів деструкції не проходить окремо. Усі деструктивні чинники взаємопов'язані та підсилюють дію один одного й чинять комбінований вплив.

У процесі деструкції поліетилену виділяються такі речовини, як формальдегід, ацетальдегід, кислоти, ненасичені вуглеводні, низькомолекулярні олігомери. Серед продуктів деструкції поліпропілену виявлені, крім перерахованих вище, ацетон, метиловий і інші спирти. За деструкції полістиролу найбільшу небезпеку становить стирол, що подразнює слизові, володіє вираженими токсичним, кумулятивними ефектом і наркотичною дією [148-151].

У результаті деструкції ПВХ утворюються хлористий водень, хлоровані вуглеводні, альдегіди, спирти і т.д. Амінопласти розкладаються з утворенням альдегідів (формальдегіду), аміаку, фенопласти - з утворенням фенолу, альдегідів, епоксидні смоли виділяють епіхлоргідрин, фенол, хлоровані вуглеводні, ароматичні вуглеводні.

Велика увага в даний час приділяють виявленню закономірностей міграції окремих компонентів полімерів в різні середовища. У загальному випадку на інтенсивність міграції впливають: фізико-хімічний вплив навколишнього середовища, композиційний склад полімеру, технологія виробництва і їх переробки, тривалість контакту полімерної продукції з відповідним середовищем [152-156].

У всі нормативні документи полімерів, призначених для контакту з харчовими продуктами, містять гігієнічні показники допустимої міграції хімічних речовин, у середовище з яким контактує полімер, відповідно до яких проводиться контроль матеріалу на стадії виготовлення та експлуатації [157].

Численні дослідження показали, що важливу роль у формуванні повітряного середовища сучасних будівель грають полімерні матеріали, область застосування яких все більше розширюється. У даний час прийнято, що летючі речовини, які виділяються з полімерів в повітряне середовище житлових будинках не повинні перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК) встановлених для атмосферного повітря, а сумарний показник виявлених

концентрацій кількох речовин до їх ГДК не повинен перевищувати одиницю [158,159]. Обґрунтовано допустимі рівні близько 100 речовин, що виділяються з полімерних матеріалів, із більш ніж 4 тисяч виявлених [22,24,92,116,160].

Якщо раніше під час пожежі більше 60 % постраждалих гинуло від опіків, то в даний час їх питома вага знизилася до 20 %. При цьому число постраждалих від впливу токсичних продуктів горіння становить до 80 % від кількості загиблих, що всіма дослідниками пов'язується з широким застосуванням полімерних матеріалів. У процесі горіння полімерів з'являються ще недостатньо вивчені, нові, надзвичайно токсичні продукти горіння, такі як фосген [37,161-165]. Продукти неповного згоряння, що утворюються під час горіння органічних речовин і матеріалів, як відомо, містять ряд токсичних сполук, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліхлоровані дібездіоксини (ПХДД) і дібензофурані (ПХДФ) і ін. [166-169].

Результати численних досліджень показали, що практично всі полімерні матеріали та вироби з них можуть викликати суттєві порушення гомеостазу живого організму. Найбільш чутливий до впливу летких компонентів із полімерів дитячий організм. Стосовно впливу продуктів деструкції полімерів на організм в залежності від стану здоров'я, то дослідниками на тваринах встановлено більшу чутливість хворих особин до впливу хімічних речовин, що виділяються з полімерів, у порівнянні зі здоровими. Ряд авторів відзначає, що в приміщеннях із більшою насиченістю полімерами, захворюваність населення алергічними, застудними захворюваннями, неврастенією, вегето-судинною дистонією, гіпертонією виявилася вищою, ніж у приміщеннях, де полімерні матеріали використовувалися в меншій кількості [129,170-173].

Динамічне обстеження стану здоров'я робітників, зайнятих у виробництві поліетилену високої щільності, виявило зміни з боку серцево-судинної і вегетативної нервової системи, що особливо чутливі до дії різних шкідливих хімічних чинників. Спостерігалися патологічні зміни з боку печінки і зрушення під час визначення ряду біохімічних показників у крові обстежених [70,221-224].

Дослідженнями стану здоров'я робітників виробництва полівінілхлоридної смоли було виявлено розвиток токсичних ангіоневрозів. Дані гігієнічних

обстежень дають підставу припустити, що причиною розвитку патологій стало вдихання парів вінілхлориду і пилових частинок поліхлорвінілу [37,215,223].

У зв'язку з дешевизною технології та унікальними фізико-механічними властивостями широко застосовують полімер на основі полівінілхлориду (ПВХ). З нього виготовляють практично все: від дитячих іграшок, килимових покриттів до пластикових дверей і вікон. Під час виробництва ПВХ використовують хлор, тому в процесі нагрівання ПВХ виділяється велика кількість діоксинів. Відомо, що килимові покриття і лінолеум із ПВХ за кімнатної температури виділяють вінілхлорид до 6 місяців із моменту виготовлення. З ПВХ роблять і різні види упаковок для харчових продуктів. З 2009 р. в пляшки з ПВХ заборонено розливати алкоголь та слабоалкогольні напої, з 2013 року – будь-які напої. Вінілхлорид активно переходить в алкоголь, будь-які напої та воду. Кількість отрути, що перейшла в напій, залежить від тривалості зберігання напою в тарі з ПВХ [175-178].

Під час нагрівання хлор вступає в контакт з органічними сполуками та утворюються найнебезпечніші з відомих на сьогодні отруйні речовини діоксинового ряду. Ці речовини викликають безліч захворювань: уражають імунну систему, печінку, мозок і шкіру. Потрапивши до організму жінки, вони можуть вплинути на здоров'я, ріст і розвиток її майбутньої дитини. Діоксини є універсальними клітинними отрутами, вражаючи всі види тварин і більшість рослин. Вони надзвичайно стійкі до хімічного і біологічного розкладання, зберігаються в довкіллі протягом десятків років і безперешкодно переносяться по харчових ланцюгах «грунт – рослина – травоїдна тварина – людина» [176,177].

Окрім цього, в процесі спалювання та самозаймання на звалищах полімерної упаковки в навколишнє природне середовище потрапляє бісфенол-А (ВРА) – високотоксична, канцерогенна речовина із високим ступенем мутагенності. Потрапляючи до організму людини, бісфенол-А легко зрушує гормональний баланс, що проявляється порушенням діяльності імунної і нервової систем, зниженням репродуктивної функції, виникненням онкологічних захворювань, ожирінням, діабетом тощо [151,154,179,180].

Організм дорослої людини складається майже на 65 % із води, тому для підтримки його належного функціонування слід щоденно споживати значну

кількість якісної питної води. У більшості випадків воду з громадського водогону без попередньої термічної обробки споживати неварто. Саме тому щорічно фіксується зростання світового споживання бутильованої води [175]. Найбільше, до 60 %, усієї питної води, фасують у ПЕТФ-пляшки. У виробництві ПЕТФ-упаковки для надання їй гнучкості використовують ефіри фталевої кислоти (фталати). Під час виготовлення бутлів із полікарбонату застосовують пластифікатор бісфенол-А (ВРА), що поєднує властивості міцності і оптичної прозорості [180].

Із 1936 р ВРА застосовували в терапії естрогенами, так як за структурою ВРА є фактично їх синтетичним аналогом, але з 1940 р його застосовують у виробництві полікарбонатних пластмас [181-186]. Фталати, як пластифікатори, використовують з 1920 р. Із кінця 80-х років ХХ століття починається період вивчення впливу даних речовин на живі організми.

За результатами досліджень основними джерелами надходження ВРА і фталатів в організм людини є їжа і питна вода [178]. Міграція ВРА з пластикової пляшки в воду відбувається вже за кімнатної температури і збільшується під час її підвищення [2,34,187,188]. Встановлено, що споживання холодних рідин з пластикових пляшок протягом тижня підвищує рівень ВРА в сечі більш, ніж на 2/3 [230,238]. ВРА в сечі виявляється у 92,6 % обстеженого населення, що хоча б раз на тиждень споживає бутильовану воду [189,190].

Особлива роль фталатів і ВРА у впливі на організм людини обумовлена їх здатністю змінити гормональний баланс, безпосередньо взаємодіючи з гормональними рецепторами, що забезпечують метаболізм цих гормонів. «Маскуючись» під природні статеві гормони, вони володіють здатністю «втручатися» в регуляцію репродуктивної функції, тому фталати і ВРА можна віднести до ендокринних деструкторів [191-198].

У дослідженнях впливу фталатів на репродуктивне здоров'я людини, зокрема на розвиток хлопчиків, виявлено, що підвищені концентрації фталатів у сечі вагітних призводять до фемінізації їх чоловічого потомства в майбутньому [196-200]. Національний дослідницький комітет США (National Research Council) виділив «Фталатний синдром», його симптоми: безпліддя, зниження спермогенезу, крипторхізм, гіпоспадії, порушення формування сечостатевої системи [201].

У досліджах *in vitro* встановлено здатність ВРА посилювати проліферацію естрогеночутливих клітин раку молочної залози та викликати проліферацію клітин раку передміхурової залози людини [202,203].

Дослідження, проведені на людях, свідчать про вплив рівня фталатів і ВРА на рівень гормонів щитоподібної залози [204], а саме: чим більша концентрація ВРА, тим менший рівень гормонів щитоподібної залози. Чим більший рівень метаболітів ВРА в сечі, тим більше виражені симптоми дефіциту уваги і явища гіперактивності у дітей [205-207].

Доведено кореляційну залежність між передчасним статевим дозріванням дівчат і впливом фталатів [208]. Пренатальний вплив фталатів корелює з низькою масою тіла дітей під час народження. У жінок з передчасними пологами рівень фталатів у сечі в 3 рази був вищим, ніж у жінок, які народили вчасно [209].

У 2010 р Управління з контролю за якістю харчових продуктів і лікарських препаратів (FDA, США) офіційно визнало шкоду ВРА для здоров'я людини [210]. У 2010 році Канада стала першою країною в світі, яка, сповідуючи принцип перестороги, офіційно внесла ВРА в список небезпечних хімічних речовин [211].

Оскільки відходи полімерів та продукти їх переробки є мало вивченим об'єктом впливу на навколишнє середовище, можливо припустити, що основні принципи їх поведінки в різних середовищах, фізико-хімічні, токсичні властивості відповідають таким же, як у первинних полімерів

Все це підтверджує необхідність виключення нецивілізованої утилізації полімерів, необхідність розробки і масового впровадження екологічно безпечних технологій переробки полімерних відходів, які виключають їх деструкцію.

1.5 Традиційні та новітні технології поводження з відходами полімерів

Полімерні матеріали є цінним компонентом відходів, які можна переробити в різні вторинні продукти. Ґрунтовний аналіз методів переробки і утилізації полімерних відходів, від початкових спроб вирішення даної проблеми до стану справ на початок 90-х років минулого століття, докладно і всебічно викладено в роботах [17,212-214]. У роботах [35-40,210,215-221] проаналізовано властивості

полімерних відходів, їх основні джерела, методи збору, обладнання та технології переробки, способи перетворення в хімічну сировину (піроліз, гідроліз, гліколіз, метаноліз і ін.), а також варіанти їх вторинного застосування.

Можливими шляхами вторинної переробки полімерів є їх фізична та хімічна переробка і рекуперація енергії [17,21,35-38,41,210,222-239].

Переробка вторинних полімерів може виконуватися різними методами. Структурна схема, в якій наведено найбільш розповсюджені методи переробки вторинних пластмас, складена нами на основі аналізу літературних джерел, [17,21,35-38,41,45,55,88,212,222-226,240-254] представлена на (рис. 1.10).

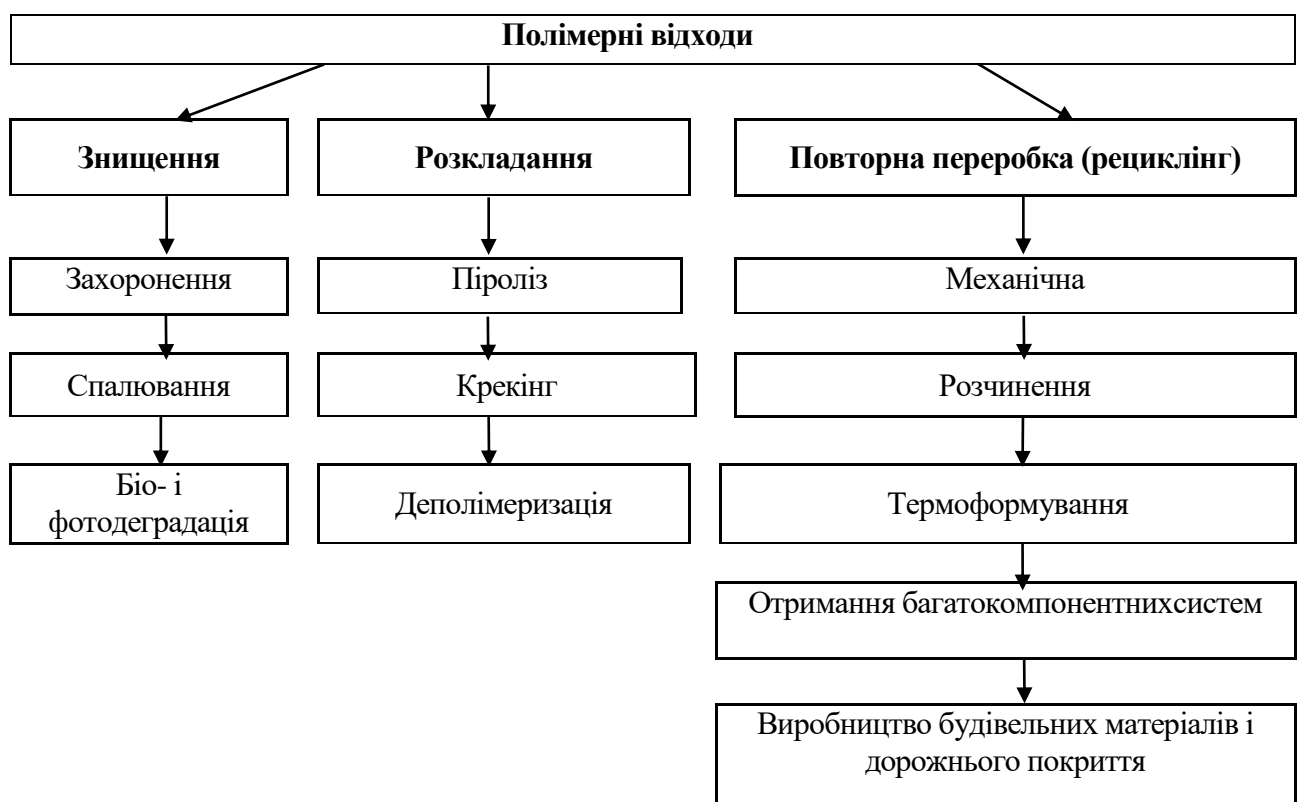


Рисунок 1.10 – Методи переробки полімерних відходів

Аналізом робіт присвячених питанню впливу багаторазової переробки на властивості полімерних матеріалів, встановлено, що повторна переробка, яким би методом вона не проводилася, погіршує технологічні та експлуатаційні властивості полімерів [169,222,226,255].

Нами проведено аналіз «слабких і сильних сторін» найбільш поширених та найефективніших методів переробки відходів полімерів, які втілені у виробництво чи на рівні пілотних проектів. Із метою підвищення ефективності

переробки полімерів нами виконано систематизацію способів утилізації їх основних представників на основі літературних та інтернет-джерел [35-40,169,223,256-268]. Для кожного виду полімеру подано ефективні способи його утилізації та їх можливі поєднання (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Способи утилізації основних представників відходів полімерів

Вид полімера		Назва полімера	Вироби з полімерів	Спосіб утилізації
Поліконденсаційні	Термо-реактивні	фенолальдегідні, сечовинноальдегідні, епоксидні, поліефірні, ПА	Цистерни, корпуси човнів, електроізолятори, рукоятки столових приборів	- гідроліз, - спалювання на ССЗ, - деструкція мікроорганізмами - вивезення на полігон.
Поліконденсаційні	Термо-пластичні	Капрон, ПВХ, ПП, ПЕТФ, ПММА	Електротехнічні вироби, канцтовари, біжутерія, абразивні інструменти, тефлонові покриття, посуд, електроізоляція, органічне скло, метало-пластикові вікна, шприци	- вивезення на полігон, - деполімеризація, - спалювання на ССЗ, - піроліз, - механічна переробка, - хімічна переробка, - деструкція мікроорганізмами
Полімери-заційні	Термо-пластичні	ПЕВТ, ПЕНТ, ПВХ, ПС	Будівельні вироби, ПВХ панелі, пакувальні вироби, одноразовий посуд, труби, штучна шкіра, сумки, іграшки	- спалювання на ССЗ, - піроліз, - газифікація, - деструкція мікроорганізмами - лужний гідроліз, - плазмохімічна переробка, - механічна переробка, - вивезення на полігон.
	Термо-реактивні	ПУ, силікон	Деталі автомобілів, підшви для взуття, еластомери, волокна, пінопласти	- механічна переробка, - піроліз - спалювання на ССЗ, - гідроліз, - деполімеризація, - гліколіз, - вивезення на полігон.

1.5.1 Вивезення та захоронення полімерів, які входять до складу побутових відходів на полігони твердих побутових відходів

Ще досі не впроваджено найбільш ефективну концепцію поводження з подімерними відходами – відповідальність за переробку відходів виробника продукції. Дана концепція основана на комплексі промислових технологій переробки відходів. Тому близько 96 % усього сміття, що утворюється в Україні, утилізується шляхом його поховання з використанням полігонів, звалищ та їх стихійне вивезення і складування [268-274].

Найбільш «цивілізованим» метод утилізації відходів, серед методів захоронення, є їх вивезення для поховання на полігонах.

Полігон – найбільш простий і дешевий метод – влаштовують там, де основою можуть служити водонепроникні породи, такі, як глини. Там, де таких порід немає, необхідно влаштовувати спеціальне водонепроникне перекриття. Такі роботи від 6 разів до 11 разів здорожують влаштування полігону, але кардинально не вирішують проблему забруднення ґрунтових і підземних вод полігонним фільтратом у зв'язку з деградацією, з часом, спорудженого гідравлічного бар'єру [241,257,272,273,275,276].

Об'єм вивезених твердих побутових відходів збільшується щороку орієнтовно на 4 млн. м³. Також збільшується маса відходів, які не розкладаються. У даний час 243 сміттєзвалища (5,8% від їх загальної кількості) – перенавантажені, а 1187 сміттєзвалищ (28,5%) не відповідають нормам екобезпеки. Загалом утилізацією побутових відходів охоплено 72 % населення України [1,271].

Під дією чинників навколишнього середовища відходи поступово деградують. У результаті деградації вивільняються сполуки, що містять сірку, арсен, галогеновуглеводні, важкі метали, котрі викликають повільне отруєння довкілля високотоксичними, мутагенними і канцерогенними речовинами. Окрім цього, відбувається активний розвиток патогенної мікрофлори, що викликає серйозні інфекційні захворювання (наприклад, холеру) [10,89,277-283].

У результаті хімічних реакцій і мікробіологічної діяльності температура на звалищі коливається в межах від 50 °С до 100 °С. Такі температури в тілі полігону спричиняють самовільне загоряння відходів, а продукти їх горіння отруюють довкілля різними небезпечними сполуками [9,103,281,282,284,285].

Атмосферні опади прискорюють хімічні реакції в тілі полігону з утворенням різних за будовою та ступенем небезпеки хімічних сполук і активізують їх проникнення й поширення в ґрунтах і ґрунтових водах. Рівень забруднення полігонних фільтратів до 20 разів перевищує показники забруднення побутових стічних вод та в тисячі разів перевищує норми для вод, які скидають у поверхневі водотоки [12,278,280,286-291].

У процесі біохімічного розкладання відходів утворюється звалищний газ або біогаз. Із тони ТПВ виділяється від 120 м³ до 200 м³ біогазу, що триває від 10 до 50 років роботи від початку роботи полігону [287,292,293].

Емісії біогазу, що надходить у довкілля, призводять до негативних ефектів:

- локального – затримка росту і розвитку зелених насаджень, вирощених на схилах полігонів із метою їх укріплення, через витіснення приземного шару повітря;
- глобального характеру – «парниковий газ», що сприяє розвитку глобального потепління та руйнування озонового шару [87,88,293-296].

Практично немає наукових робіт, які б займались вивченням техногенного навантаження, що створює сам процес захоронення відходів з його складовими – транспортування та складування. Не включено до розрахунків сумарного екологічного навантаження полігонів на довкілля вплив автотранспорту, що доправляє та захоронює відходи. У 2019 році захоронено 168,2 млн т відходів (на 3,6 млн т більше, ніж у 2018 році), а для їх транспортування та утилізації задіяно близько 1,83 млн. одиниць техніки [297-299].

До складу вихлопних газів входять близько 300 шкідливих сполук: важкі метали (плюмбум, радій, платина), канцерогенні (бенз(а)пірен, формальдегід, бензол), мутагенні і токсичні речовини (оксиди вуглецю, оксиди азоту, діоксид сірки, вуглеводні, сажа), котрі, потрапляючи до живого організму, призводять до розвитку незворотних змін, спричинених біоакумулюючим ефектом [151-154,181,297-301].

Окрім цього, загостренню санітарно-гігієнічної ситуації сприяє розсіювання відходів за межі полігону, присутність бездомних тварин та гризунів. Ускладнюють екологічну обстановку і значні об'єми фільтрату, котрий накопичується у понижених формах рельєфу полігону. Фільтрат активно проникає у ґрунтові та підземні води і створює масштабні ареали забруднення, що поширюються у просторі та часі [302].

1.5.2 Комплексне сортування полімерів із побутових відходів

Сортувати відходи полімерів можна, як під час сортування всієї маси комунального сміття з полімерами, змішаного в загальних контейнерах; так і централізовано – на спеціальних підприємствах за допомогою різних механізованих пристроїв. Інший спосіб - сортувати відходи в місцях їх накопичення, тобто в

квартирі, коли компоненти ТПВ складають у різні контейнери, що втілено в Німеччині, Австрії, Японії, та не знайшло поширення в Україні [9,40,869,304].

Основна мета сортування – вилучити з усієї маси побутових відходів товарні фракції – чорні і кольорові метали, папір, картон, пластмаси, скло, текстиль. Після вилучення отриману продукцію можна використовувати як вторинну сировину у відповідних галузях народного господарства.

Експлуатація механізованих ліній сортування в Україні показала, що вилучити з маси харчових відходів дрібні фракції полімерів практично не можливо через те, що вони знаходяться в загальній вологій масі бруду і сміття. Виділені полімери представляли собою брудні, замаслені забиті гнилими харчовими відходами та брудом полімерні ємності та шматки плівки, котрі перед здачею їх відповідним підприємствам необхідно очистити. Висока вологість отриманих відходів приводить до «забивання» обертових і рухомих механізмів сортувальних ліній, що потребує постійного перебування в цехах персоналу з обслуговування та ремонту. Однак в таких цехах, через вкрай несприятливі для здоров'я людини антисанітарні умови, перебувати тривалий час неможна [173,305]. Тому механізовано сортувати полімери з побутових відходів, з дотриманням ратифікованих Україною нових санітарних норм і правил та досягнути основну мету – знешкодити побутове сміття та ліквідувати міські звалища, - здійснити, на даному етапі, практично неможливо. З січня 2018 року вступив у дію в Україні закон «Про поводження з побутовими відходами», який в реалії ще не запрацював у зв'язку із відсутністю коштів на реалізацію програми роздільного збирання ТПВ. Таким чином, повне комплексне сортування ТПВ, як в місцях їх накопичення, так і централізовано на спеціальних підприємствах із виділенням усіх компонентів на даному етапі практично не виконується [271].

1.5.3 Розкладання

Розроблено технологію переробки пластмас газифікацією за якої проходить термічна деструкція полімерів у середовищі перегрітої водяної пари за температури від 500 °С до 600 °С [306-308]. При цьому не потрібен поділ полімерів за видами і попереднє подрібнення. Спільним продуктом на виході є рідина (конденсат). До

складу конденсату входять вода і органічні сполуки. За більш високих температур перегрітої пари від 900 °С до 1050 °С з полімерних відходів виходить синтез-газ. Даний спосіб непридатний для знешкодження непідготовлених відходів, що разом з високою вартістю устаткування 265-500 млн. євро і його обслуговування, порядку від 10 % до 15 % від початкових капіталовкладень, робить даний метод економічно не вигідним. Також недоліком технології є низький вихід синтез-газу і значний вміст важких металів у викидних газах і зольному залишку [309,310].

Піроліз – процес незворотного розкладання органічних речовин під дією температур за відсутності або нестачі кисню. Можна виділити низькотемпературний (до 850 °С) і високотемпературний піроліз (від 900 °С). Під час підвищення температури відбувається інтенсифікація процесу газифікації відходів, а також значно знижується рівень виходу рідких і твердих продуктів. У порівнянні із знешкодженням відходів методом спалювання піроліз має ряд серйозних переваг: у навколишнє середовище не надходять продукти горіння відходів. Одним з основних видів сировини є тверді побутові відходи, органічні і вуглецевмісні неорганічні відходи промисловості. Продукти, одержувані в результаті піролізу, не містять в собі агресивних речовин і можуть бути регенеровані. Склад одержуваних на виході продуктів залежить від вихідної сировини і виду піролізу [275,139-143,311-315].

Продукти піролізу одержувані під час переробки ТПВ: піролізне паливо – 50 %; вода – 20 %; технічний вуглець – 15 %; мінерали – 8 %; метали – 2 % [314]. Шлак, до 5 % від маси відходів, після охолодження відправляється на звалища [316,317].

Піроліз практично не залишає відходів і сприяє поверненню в цикл виробництва і споживання великої кількості корисних компонентів.

З гігієнічної точки зору – піроліз ТПВ та полімерних відходів є одним із найбезпечніших напрямків знищення органічної складової відходів. Піроліз вимагає витрат тільки для очищення відхідних топкових газів в атмосферу [316].

Однак піролізна переробка відходів реалізована тільки на установках невеликої продуктивності, в зв'язку з високою вартістю устаткування і високими експлуатаційними витратами на переробку відходів (близько 38 євроцентів за 1 кг), що робить дану технологію, в умовах мізерної плати за захоронення відходів на полігонах, нерентабельною [264,268].

У деяких країнах Європи експлуатуються заводи, що працюють на технології аеробного біотермічного компостування. За технологією, відходи знешкоджуються, перетворюючись на компост, і вступають до природного кругообігу речовин у природі [318,319]. Такі підприємства відрізняються складним технологічним циклом, який вимагає значних капітальних витрат і не знімає основних проблем санітарного очищення міст [21,39,258,259,320].

Технології розкладання полімерів та їх деполімеризація під дією хімічних та температурних чинників екологічно безпечні і високоефективні, однак обмежені в можливостях застосування. По-перше, дані технології потребують попередньої підготовки сировини: очищення, розділення полімерів за їх видом, а це проблемно, в зв'язку із невеликою різницею густин різних видів полімерів. По-друге, кожен вид полімерних відходів потребує своїх температурних і каталітичних умов та хімічних агентів, а це дорого. Крім цього, після переробки полімерів методом їх розкладання утворюються високотоксичні відходи (переважно I та II класу небезпеки), продукти неповної деполімеризації та хімічними речовинами, що брали участь у даному процесі, як каталізатори, деструктори чи інгібітори [321-325].

1.5.4 Спалювання

Відомо, що полімери у своєму складі містять різноманітні добавки: стабілізатори, що захищають полімер від температури і сонячного випромінювання; барвники, що містять важкі; мастила; інгібітори горіння - антипірени; антистатики. За температури понад 700 °C полімери та їх добавки переходять у газоподібний стан і їх подальше уловлення складний процес [49,87,326].

Спалювання - найбільш технологічний і поширений спосіб знешкодження відходів за температури від 850 °C до 1200 °C. Метод перетворює відходи в золу, димовий газ і теплову енергію. Кількість газів, що відходять, знаходиться в межах від 5000 м³ до 60000 м³ і залежить від продуктивності печі, вологості відходів, їх складу, температури спалювання [303-309,327,328]. Спалювання скорочує кількість відходів на 95 % [282,321]. Основною недоліками спалювання ТПВ, з полімерами, є необхідність ретельної підготовки відходів і високий рівень винесення пилу разом з відхідними димовими газами. Це вимагає застосування технологій очищення; високі витрати на будівництво та експлуатацію [40,329-333].

Під час спалювання органічної складової сміття в атмосферу виділяється безліч небезпечних для здоров'я людини речовин. Основним компонентом диму є чадний газ (CO), який є дуже хімічно активною і небезпечною для людини сполукою. Він легко зв'язується з гемоглобіном крові, блокує постачання кисню до тканин, внаслідок чого настає гіпоксія. Крім того, коли вологість повітря сягає понад 95 %, мікрочастинки, що виділяються у процесі неповного згоряння сміття, зв'язуються з водяною парою. Чим дрібніша частинка, тим швидше вона проникає в легені і більшої шкоди може завдати [98,326]. Під час спалювання полімерів виділяються поліциклічні сполуки, котрі володіють мутагенним і канцерогенним ефектами. Найшвидшу реакцію в людському організмі викликають «іританти», які подразнюють нервові закінчення в бронхах, провокуючи задуху. Вони становлять найбільшу загрозу для людей з ГРЗ, астмою, хронічними бронхітами та алергією будь-якого генезису. Але найнебезпечнішими продуктами горіння органічних відходів є поліароматичні вуглеводні, такі, як бенз[а]пірен, що належать до найвищого - I класу небезпеки і володіє канцерогенністю [326]; ціаніди – найсильніші алергени і подразники, що є причиною більшості летальних випадків під час побутових пожеж [89,166-168,317,334].

Навіть спалювання поліетилену, макромолекули якого складаються з атомів вуглецю і водню, продукти спалювання яких – вода і вуглекислий газ, є небезпечним, бо в докільля виділяються різноманітні сполуки, що містять важкі метали, що використовують, як каталізатори в процесі синтезу поліетилену, вкрай шкідливі для здоров'я людей [89,111,112,335].

Вченими встановлено, що одним із основних джерел надходження діоксинів у біосферу є звалища і спалювання ТПВ. За неповного згоряння кілограм ТПВ, що містить від 5 % до 10 % полімерів, виділяє до 40 мкг діоксинів [53,317,318]. Всі діоксини добре розчиняються в органічних розчинниках, жирах, а також в недистильованій воді. Тому вони легко переходять у воду і ґрунт, утворюють комплекси з органічними речовинами і добре мігрують у докільлі. Вони стабільні в лужному та сильно кислому середовищах, що призводить до їх накопичення в природі. У ґрунті, до прикладу, період розкладання становить від 10 до 20 років, а у воді – до 2 років [54]. Діоксини володіють високою термостійкістю [335]. Ефективне розкладання цих речовин відбувається тільки за температур вище 1250

°C у процесі витримки в таких умовах більше 2 секунд. Доведено, що їх термічне розкладання за менших температур є оборотним процесом і в інтервалі температур від 200°C до 450 °C діоксини синтезуються знову. Цей процес присутній у традиційній технології сміттєспалювання, де утворення діоксинів спостерігається на виході охолодженого газу з котла-утилізатора. Причому в «новому» синтезі їх кількість не залежить від вмісту галогенів у паливі. Утворення діоксинів за цих температур відбувається за рахунок реакцій і органічного вуглецю в присутності каталізаторів [53,329,330,336,337].

Багато представників з групи діоксинів є високотоксичними сполуками, що перевершують такі відомі отрути, як стрихнін, кураре, синильну кислоту [338]. У роботах [336-338] розглянуті наслідки впливу діоксинів і діоксино подібних сполук на тварин і людину, деякі з них: злякисні новоутворення, вплив на плід (вроджені дефекти), шкірні захворювання, метаболічні і гормональні зрушення, ушкодження центральної нервової системи (підвищена дратівливість, нервозність), ушкодження печінки, зрушення в системі органів дихання, зрушення імунної системи і т. д.

Постійним коливаннями складу полімерних відходів обумовлені безперервні зміни параметрів процесу горіння і концентрацій токсичних компонентів, які утворюються. Орієнтовно склад димових газів від спалювання суміші полімерів, забруднених органічною складовою побутових відходів, без використання систем очищення, наведено в табл. 1.3 [339,340].

Порівняння даних, наведених в таблиці 1.3, свідчить про істотне перевищення концентрацій забруднюючих речовин в димових газах, які не пройшли систему очищення, в порівнянні з нормативними значеннями ЄС. Так, реальна концентрація NO_x в 3 рази більша за нормативну, CO – в 10 разів, SO_2 – у 50 разів, діоксинів і фуранів – у 60 разів, HCl – у 200 разів, твердих частинок – у 1000 разів, важких металів – у 2400 разів і т. д. При цьому найбільш істотний внесок у показник токсичності продуктів згоряння суміші полімерних відходів вносять галоген вуглеводні, важкі метали та діоксини і фурани, їх концентрація в димових газах в сотні й тисячі разів більша встановлених рівнів ГДК [342-344].

Ситуацію не змінила поява на початку 80-х років ХХ століття сміттєспалювальних заводів (ССЗ) «нового покоління», забезпечених високо-технологічними системами очищення викидів [345]. У країнах з розвиненим екологічним законодавством до половини капітальних витрат на будівництво ССЗ

йде на спорудження повітроочисних систем. До 1/3 експлуатаційних витрат ССЗ йде на плату за поховання золи, що утворюється під час спалювання сміття, яка значно екологічно небезпечніша за ТПВ [282,339-341,346].

Таблиця 1.3

Порівняння орієнтовного складу димових газів, що утворюються під час спалювання суміші полімерних відходів [335,339] із нормами вмісту шкідливих речовин у димових газах сміттєспалювальних установок у країнах ЄС [313]

Речовина	Концентрація в димових газах, мг/м ³	Концентрація в димових газах (норми ЄС), мг / м ³
Вода	10 - 20 % об.	-
Диоксид вуглецю (CO ₂)	6 - 12 % об.	-
Кисень (O ₂)	10 - 14 % об.	-
Тверді частинки	2000 - 10000 мг/м ³	10 мг/м ³
Важкі метали:		
Hg	< 120 мг/м ³	0,05 мг/м ³
Cd-Pb		0,05 мг/м ³
As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn		0,5 мг/м ³
Zn		0,5 мг/м ³
Хлористий водень (HCl)		250 - 2000 мг/м ³
Фтористий водень (HF)	0,5 - 9 мг/м ³	1 мг/м ³
Оксид сірки (SO ₂)	200 - 1000 мг/м ³	50 мг/м ³
Оксиди азоту (NO _x)	400 - 600 мг/м ³	200 мг/м ³
Оксид вуглецю (II) (CO)	50 - 500 мг/м ³	50 мг/м ³
Діоксини і фурани	< 6 нг/м ³	0,1 нг/м ³

У розвинених країнах Європи, в Японії і США знешкодженню методом спалювання підлягають тільки ті відходи, які неможливо піддати таким методом утилізації, як рециклінг, рекуперация і регенерація [37,182,273,225].

Отже, обов'язковою умовою у процесі проектування і будівництва сучасних сміттєспалювальних комплексів є наявність багатоступінчастої системи очищення газових викидів. Лише за таких умов буде забезпечено зниження вмісту шкідливих речовин у димових газах до необхідних норм. Тому утилізація ТПВ, що містять полімери, шляхом спалювання, на даному етапі розвитку науки і техніки, є високо витратним, як на стадії будівництва, так і під час експлуатації, а значить, економічно не вигідним та не конкурентним у порівнянні з захороненням відходів на полігонах.

1.5.5 Повторна переробка (рециклінг)

Принципово іншим шляхом переробки полімерних відходів є методи рециклінгу. Рециклінг вторинних полімерів, шляхом їх розчинення чи термоформування, не можна віднести до екологічно чистих та гігієнічно безпечних. У зв'язку з тим, що у процесі термоформування чи розчинення у хімічних агентах в повітря надходять речовини від деструкції полімерів [40,89,90,347,348].

Сучасні технології рециклінгу дозволяють переробити близько половини полімерних відходів, які утворюються [20,212,348-378]. Відомо, що для переробки поліетиленових відходів у гранули, потрібно в п'ять разів менше енергії, ніж для переробки первинної сировини. Отримана вторинна сировина є в півтора рази дешевшою за первинні гранули [36,348]. Відновлення ПЕТФ з пляшок знижує витрати енергії на виробництво ПЕТФ на 84 %. Переробка ПВХ у гранулу може проводитись до 8 разів, і додавання визначеної кількості вторинних гранул до «свіжого» ПВХ не погіршує властивості останнього [348,349].

Однак повторне використання утилізованих матеріалів вимагає особливого пере налаштування параметрів технологічного процесу з додаванням спеціального устаткування в зв'язку з тим, що вторинний матеріал змінює свою в'язкість і містить неpolімерні включення [36,350].

За фізичним станом матеріалу в момент формування існують наступні технології переробки [360]:

1. Формування з полімерів, що знаходяться в в'язко-текучому стані - лиття під тиском, пресування, спікання.
2. Формування з полімерів у високо еластичному стані, з використанням листових чи плівкових заготовок (термоформування, вакуумформування).
3. Формування з полімерів, що знаходяться в твердому (кристалічному або склоподібного) стані, основане на здатності таких полімерів проявляти вимушену високо еластичність (пресування за кімнатної температури, прокатка).
4. Формування з використанням розчинів і дисперсії полімерів (отримання плівок методом обливання, формування виробів зануренням форми).

Вище наведені технології переробки дозволяють виготовляти різні вироби як повністю з пластиків, так і з різними наповнювачами (пісок, лушпиння гречки, ячменю, кукурудзи і т. д.) [12,55-59,362-369].

Класичною технологією переробки полімерів є технологія, що включає наступні основні стадії переробки [212]:

- збір пластмасових відходів споживання, брак виробництва;
- сортування за видами матеріалів, кольором, маркою;
- попереднє очищення від забруднень, промивання;
- дроблення (тверді відходи) або агломерація (для плівкових відходів);
- повторна промивка (якщо необхідно) матеріалу з наступним висушуванням;
- гранулювання, як остаточна стадія переробки відходів полімерів.

Удруге перероблені пластмаси можна використовувати в більшості технологічних процесів. Із вторинних полімерів можна виготовити різноманітні вироби широкого нехарчового споживання, під час виготовлення полімерних композиційних матеріалів, для облицювання будівель, для улаштування конструкцій із полімербетонів у будівництві [55-59,79,362-368].

Плівка. Як приклади утилізації ПЕНП можна назвати повторне виробництво плівок з дещо зниженою якістю, до яких не пред'являють високих вимоги: для побутової і торговельної упаковки, пакетів і мішків для збору відходів, садової і водоізоляційної плівки [243,287].

З відходів ПЕТФ виробляють лавсанові волокна для виготовлення одягу, килимового покриття, нетканого текстилю та волокнистого наповнювача, плівки для упаковки продукції [169], листи і плівки, бандажні стрічки [136,370].

Вторинна полімерна труба застосовується для непитного водопостачання, в каналізаційних системах, на теплотрасах як теплоізоляційний кожух, для прокладки силових кабелів, для захисту електропроводки і каналів зв'язку, в системах поливу, підземного обігріву, підживлення рослин CO₂, іригаційних труб [212,371-373].

Тара. Технологія лиття під тиском застосовується для виготовлення панелей для обшивки, комунальних смітєвих контейнерів [35,212,214].

Лист. Застосовують для виготовлення пакувальних пластмасових коробок. Так, ринок контейнерів для яєць і інших пластмасових коробок (наприклад, для

ягід), складає близько 9 % загального обсягу використання вторинного ПЕТФ [351]. Каністри, урни для збору відходів, кошики, ємності для хімікатів, піддони для транспортування і зберігання хімікатів [212,372].

Як правило, вторинний ПП використовується для виробництва інших автомобільних деталей, до яких пред'являються менш жорсткі вимоги [255,320,373,374]. Вторинний ПП також використовується в різних сумішах із первинним ПП або іншими поліолефінами під час лиття під тиском (короби, корпуси) або екструзії (різні профілі і напівфабрикати) [351]. Із відходів полістиролу і його сополімерів виготовляють меблеву фурнітуру, різноманітні вироби технічного і побутового призначення [223]. Із відходів ПП і ПВХ виготовляють пухке волокно для набивання подушок, м'яких сидінь, меблів і ін.

Екологічно і економічно доцільним способом є переробка відходів деревини в суміші з відходами полімерів (ПА, ПЕ, ПС, ПВХ) із подальшим виготовленням пресованих виробів із деревинно-полімерних матеріалів. Отримуємо екологічно чисту меблеву плиту, з поліпшеними конструкційними властивостями, що не виділяє газоподібні токсичні речовини, міцна, водостійка [362,367,375].

Із вторинної полімерної сировини випускають гранули, які використовують для випуску: панелей, декоративних матеріалів, плівок, листів, видувних, ливарних, екструзійно-погонажних виробів. З вторинних полімерів можна отримати профілі, балкові елементи гаражів, навіси сараїв, обрешітки дахів, столи і стільці для пікніка, лавки для парків, звуко-шумо-ізоляційні плити [55,223,366]. Полегшені будівельні плити перекриття, перегородки [363].

Черепиця з термопласткомполімеру складається з кварцового піску, пластмаси, барвника і стабілізатора. Черепиця екологічно чиста, володіє усіма перевагами керамічної, але при цьому легша (більше, ніж у 2 рази), дешевша у виробництві, більш міцна і морозостійка. На цій черепиці не росте мох, взимку не утворюється зледеніння. Термін служби - більше 100 років [363,376].

Прикладами повторного використання полістирольних відходів є ізоляційні панелі [363], пакувальні матеріали, утеплююча обшивка труб та ін. [57], в яких використовують хороші термоізоляційні, шумопоглинаючі та ударостійкі властивості вторинного полістиролу.

Фірма VEKA Umwelttechnik (Німеччина) побудувала завод з утилізації старих вікон із ПВХ і організувала їх збір по всій країні [224]. Гранули ідуть на свої виробництва та відправляють виробникам профілів для вікон.

Методи рециклінгу полімерів розробляються і в Україні [17,35-37,260,377].

Сільськогосподарські плівки, що під дією УФ-променів зруйновано, можна подрібнити до порошкоподібного стану і продавати паперовим фабрикам. Такий полімерний порошок використовують для абсорбції барвників із паперової макулатури [79].

1.5.5.1 Механічна переробка

Механічним вважається рециклінг відходів, під час якого відбувається механічне виділення чистих матеріалів без їх хімічної зміни. Під час матеріального або сировинного рециклінгу відбувається хімічне руйнування полімерів і виробляються нові матеріали, або амортизовані пластмасові вироби утилізуються як енергоносії [155].

Проаналізувавши технології, розроблені на основі механічного рециклінгу полімерних відходів, вітчизняні та зарубіжні вчені дійшли однозначного висновку: механічна переробка виключає деструктивні зміни у полімерах, у зв'язку з цим не утворюється подразнювальних, високотоксичних, канцерогенних та мутагенних речовин, яке спостерігається у процесі використання інших методів переробки полімерів. У процесі механічної переробки полімерів у повітрі робочої зони виділяється в невеликих кількостях полімерний пил, мономери та низка інших хімічних речовин у рази менші за чинні норми ГДК [39,72,361,378].

Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів складається зі стадій: попереднє промивання та сушка; подрібнення; промивання та розділення за видами – якщо необхідно; сушка; поділ на фракції за розміром; гранулювання чи отримання флексів [379,380].

Промивання і сушка. Пластмасові відходи зі сфери споживання (ящики для пляшок, ємності, канистри і т. д.) перед промиванням слід очищати [378]. Залежно від виду забруднень застосовують гарячу воду або воду з додаванням миючих засобів. Остаточну промивку вторинної сировини в будь-якому випадку проводять

після подрібнення. Подрібнений матеріал промивають в барабані з отворами. Просушування виконують подачею гарячого повітря [76,379-385].

Волокнисті і плівкові відходи перед подрібненням необхідно ущільнювати. Агломерація дозволяє отримувати сипучий матеріал із плівкових відходів [13,56,57,362,386-390].

Українська і зарубіжна промисловість пропонує широкий асортимент подрібнювачів і агломераторів. Ці пристрої прості за конструкцією, зручні в експлуатації. Однак вони мають істотний недолік: високе енергоспоживання, викликане утворенням на стінках циліндричного корпусу кільця із полімерного матеріалу, що проходить подрібнення, - це значно утруднює процес подрібнення [55,59,385,391]. Тому необхідно вдосконалення конструкції подрібнювачів, яке сприяло б руйнуванню полімерного кільця, що обертається і підвищує енергоспоживання процесу подрібнення. У пристроїв для подрібнення є проблема захоплення пляшко подібних і об'ємних полімерних відходів, що спричиняє збільшенню енерговитрат на переробку, сповільнює процес, збільшує частоту виходу з ладу обладнання [381,384].

1.5.5.2 Хімічне розчинення

Гомогенізація розплаву передбачає, що під час змішування відбувається розподіл і диспергування частинок матеріалу. При цьому змінюється взаємне просторове розташування компонентів в суміші, а розмір часток при цьому не змінюється [35,59,210]. Змішування необхідне для усунення коливання властивостей матеріалу різних партій; для змішування вторинних полімерів з первинними або іншими компонентами; для наповнення полімерів і введення добавок.

Розрізняють дві стадії процесу: 1) поєднання компонентів (виготовлення основ сумішей), 2) комбінація змішування з пластифікацією матеріалу.

Поєднання компонентів проводиться в елеваторних змішувачах [325,392,393], а остаточне змішування і розчинення проводять у розплаві. Вторинна сировина пластифікується за рахунок нагрівання і змішування в екструдерах [328,335,394-396].

Методом екструзії виготовляються погонажні вироби: труби, брус, плінтус, дошка, панелі. Екструзія дозволяє поєднувати гомогенізацію і пластифікацію

матеріалу з формуванням профільних виробів [20,396]. У процесі екструзії в матеріал можуть бути введені стабілізатори, барвники, модифікатори, що дозволяють регулювати властивості матеріалу [216,393]. Вироби можуть бути пофарбовані або декоровані в залежності від призначення і вимог замовника.

Незважаючи на складність і енергоємність процесу, одержаний матеріал має деяку неоднорідність складу і нестабільність характеристик, що значно знижує межі застосування виробів із нього [223,255,373]. Із метою проведення контролю якості випущених виробів необхідно розробити високопродуктивні, автоматизовані пристрої, котрих в Україні не випускають. Закупівля пристроїв іноземного виробництва – збиткова, без значних дотацій із боку держави, тому метод є неперспективним і економічно непривабливим.

1.5.5.3 Термоформування та отримання багатокомпонентних систем

Рячим пресуванням виготовляють вироби з високим змістом наповнювача: тротуарна плитка, черепиця, стінові блоки, перегородки. В якості наповнювача використовують пісок, шлак, золу від ТЕЦ [35,36,134,392,398]. Органічними наповнювачами служать: деревна тирса, лушпиння соняшника, гречки або інших сільськогосподарських культур [35,398,399]. Цей метод не пред'являє високих вимог до чистоти полімерного в'язучого, тому дозволяє утилізувати змішані полімерні відходи з достатньо високим рівнем забруднення [55,397,400].

Підготовка полімерного в'язучого зводиться до гомогенізації і подальшого подрібнення. Підготовка наповнювача до сушки і просіювання. Компоненти в холодному або підігрітому вигляді змішують, завантажують у форми і пресують із підігрівом форм [19,35,392,396,399].

Виробництво деяких виробів, які використовують у народному господарстві та побуті, виготовляються методом штампування (холодним, гарячим, вакуум штампуванням) з листа. Дана технологія для переробки з вторинними полімерами не знайшла промислового застосування в зв'язку з відсутністю її економічної привабливості. Окрім цього, технологія штампування з підігрівом є небезпечною для довкілля, небезпека викликана виділенням значної кількості летких токсичних речовин у процесі переробки [41,205,238,353].

У роботах [401-405] запропоновано та досліджено використання для отримання адсорбенту нафтовміщуючих рідин відходи плівкового виробництва поліолефінів та інших полімерів - в якості в'язучого, а в якості наповнювача, наприклад, - відходи «Тетра-Пак» упаковки, деревну тирсу і целюлозу.

У роботі [406] отримані різні полімерно-паперові композити з відходів упаковки.

Встановлено можливість регулювання фізичних властивостей епоксидних композитів за шляхом додавання до них наповнювачів із відходів полімерів [407].

У науковій праці експериментально вивчено сорбційні властивості полімерних композиційних матеріалів, які біологічно деградують, на основі вторинного поліпропілену і природних наповнювачів рослинного походження (деревної муки, рисового лушпиння і лузги гречки) [408].

Описано технологію виготовлення композитів на основі регенеративних пластиків (полімер-піщана плитка, бруківка, черепиця) [409].

Ефективним в переробці відходів є створення нових композиційних матеріалів будівельного призначення, на основі різних деревних наповнювачів і термопластичних полімерів. Одним з таких матеріалів є багатошаровий підлоговий настил, який виготовляють із відходів деревини, поліпропілену, вторинного поліетилену та модифікатора. На відміну від плит на основі фенолформальдегідних смол, розроблений композит не містить шкідливих речовин [410-413].

Використання вторинного волокна, котре вилучене зі складу полімер композиційних матеріалів знайшло широке застосування в інтер'єрі, у дизайні меблів і улаштуванні малих архітектурних форм [414].

Отримано композиційні матеріали з перероблених полімерних відходів, що можна використати в якості звукоізоляційного матеріалу [415, 416].

У роботах [417-419] розглянуто питання технології виготовлення водостійких дерев'яно-полімерних плит із додаванням подрібнених відходів ПЕТФ-пляшок. Розроблено технологію виготовлення композитів із відходів металургійних і енергетичних підприємств и вторинних полімерів на основі ПВХ. Композит може бути застосовано в будівельній та пакувальній галузях [420-423].

1.5.5.4 Виробництво будівельних матеріалів і дорожніх покриттів

Відомо, що заповнювачі складають 75 % від маси цементно-піщаних сумішей. Саме тому їх властивості та якість мають основний вплив на фізико-механічні властивості готового цементного каменю. Раніше наповнювачі розглядали як інертний матеріал, який використовували для економії цементу та піску. За сучасною думкою, наповнювачі є матеріалами з фізичними, хімічними, теплотехнічними та іншими властивостями, які мають значний вплив на властивості та способи використання наповнених ними цементних сумішей.

ПЕТФ-відходи можна використати як сировину для виробництва ненасичених поліефірних смол, які, в свою чергу, застосовують для виготовлення полімербетону [424-428]. Пластівці, отримані з ПЕТФ-пляшок, вносять у цементні і будівельні суміші [429-434]; або асфальтобетони [419]. Відходи ПЕТФ також використовують під час синтезу поліуретанових матеріалів [431], які використовуються, наприклад, у системі сталевих еластомерних сендвіч-пластин для зміцнення мостів [55].

Виготовлено полімерний бетон на основі вторинного неочищених ПЕТФ відходів. Отриманий полімерний бетон після однієї доби твердіння мав на 22 % більше міцності на стиск, як звичайний цементний бетон [435].

Із відходів ПЕТФ пляшок є виробляють волокна для армування бетону, котрі запобігають поширенню тріщини під час усадки [46,436-444].

Відомо, що дія вогню на бетон викликає його руйнування. Наявність полімерних волокон покращує міцність бетону під час пожежі: після згорання полімерів створюються порожнини – повітряні канали, що дозволяють випаровувати воду. Це запобігає збільшенню внутрішнього тиску, що може зруйнувати бетон. Тому низька стійкість до підвищеної температури може стати перевагою армування бетону полімерними волокнами [437,442-444].

Wang та ін. [411,431] показали, що бетонний композит, що містить ПЕТФ волокна, демонструє кращу морозостійкість, ніж звичайний бетон.

У більшості випадків наповнюючі агенти дешевші, ніж цемент, тому запропонований спосіб додавання полімерних відходів у цементні композиції має значні економічні та екологічні переваги. Основною метою робіт у даному

напрямку утилізації полімерних відходів є прагнення додати якомога більше полімерних відходів і зменшити кількість цементу й наповнювачів у бетоні.

Відомо, що найбільший вплив на властивості бетону має зв'язок між наповнювачем та елементами цементної суміші. Найкраще з'єднання мають наповнювачі, котрі дозволяють суміші проникнути всередину. Проте полімерні волокна володіють поганою змочуваністю поверхні і зчепленням із складовими цементно-піщаних сумішей [45,440,443]. Крім того, вони хімічно інертні речовини по відношенню до компонентів цементної суміші, тому хімічне зчеплення з сумішшю теж відсутнє [440]. Для покращення зчеплення пропонують лише зміни у формі полімерних волокон, які виготовляють у вигляді джгутів, гачечків, спіралей і хвиль, що мають різні гачки на поверхні і т. п. [43,44,420,429,434].

Із аналізу сучасного рівня техніки і технології [42,44,45,425-429] встановлено, що проблема зчеплення в гетерогенній системі (цементна суміш - полімер) на даному етапі практично невирішена, тому й надалі залишається актуальною.

Користь від застосування вторинних полімерів у дорожньому будівництві подвійна і для екології, і для економіки завдяки тому, що полімерні відходи, котрі потребують утилізації перетворюється на будівельний матеріал. Температура виробництва покриття знижується з 160 °С до 120 °С, що сприяє значній економії енергії, викиди парникових газів знижуються, термін експлуатації дороги зростає, до того ж з часом, із появою в асфальті тріщин, ремонт проводиться шляхом нагрівання і перерозподілу пластика [198,425,441,443].

1.6 Еколого-гігієнічне та економічне обґрунтування вибору технології поводження з відходами полімерів

Рішення проблеми поводження з будь-якими відходами виробництва чи споживання пов'язане з труднощами еколого-економічного обґрунтування вибору і реалізації технології. Нами виконано порівняльний аналіз еколого-гігієнічних та техніко-економічних показників найбільш розповсюджених технологій поводження з відходами полімерів результати якого представлені в вигляді таблиці 1.4.

Порівняння еколого-гігієнічних та техніко-економічних показників основних технологій поводження з ТПВ, що містять полімери [19,20,35-40,104,106,137,140,155,177,199,316,330,331,335,362,370,376,380,385,411-445]

Показники	Технологія			
	рециклінг (механічний)	спалювання	піролиз	плазмова газифікація
Капіталовкладення, млн. грн.	17-58	670 – 975	520-730	740-920
Вартість аренди земельної ділянки, тис.грн./ рік	180	320	480	320
Вартість переробки, грн./т	210-380	400 - 670	340 - 600	1020 - 1280
Експлуатаційні витрати, грн./т	450-760	810 - 1100	760 - 1050	1100 - 1520
Екологічні платежі, грн./т	2,8	44	39	12
Доходи, грн./т	537	486	421	128
Енергозатрати, кВт-год/т	12-38	50-75	50-75	225-450
Необхідна площа, м ² /т	0,03-0,05	0,1 - 0,2	0,15 – 0,3	0,1 – 0,2
Екологічні аспекти				
Ступінь і терміни знешкодження (переробки)	Переробка від 18 хв. до 42 хв.	Повне знешко- дження за 1 годину	Повне знешко- дження за 1 годину	Повне знешко- дження за 1 годину
Наявність відходів виробництва, % від маси відходів	2-4 (шлам, полімерний пил)	23 – 28 (зола - шлак)	25 – 30, (коковий залишок)	15–20 дрібно- дисперсний пил, аерозолі важких металів
Забруднення ґрунту	практично відсутнє	шлаковідвал	коковий залишок	практично відсутнє
Забруднення води		немає	немає	
Забруднення атмосфери		у межах норм	у межах норм	
Продукція, що отримують у результаті переробки відходів				
Енергія виробленої пари, МВт-год/т	-	1,60	1,20	-
Електроенергія, МВт-год/т	-	0,40	0,30	0,5
Інша вторсировина, % від маси відходів	-	-	5- 10	15-20
Калорійність синтез-газу, МДж/м ³	-	-	12- 30	1,5 – 12,5
Окупність виробництва, роки	0,5-1	1,5-3	3- 6	5-10
ККД, %	96-98	30	88-90	80-90

1. Знешкодження відходів методом спалювання, на перший погляд, відрізняється низькими витратами, але вимагає ретельного сортування полімерних

за видами у порівнянні з методом піролізу, що є визначальним під час вибору методу утилізації [26,47,395].

2. Під час використання технологій спалювання і плазмової газифікації полімерних відходів потрібна багатоступінчаста очистка викидів в атмосферу, що обумовлює необхідність впровадження в експлуатацію широкого комплексу очисних технологій. В іншому випадку концентрація діоксинів і важких металів у викидних газах є значно вищою за регламентовані, безпечні значення. Щоб досягти зниження концентрації діоксинів до необхідних норм - $0,1 \text{ нг} / \text{м}^3$, має бути реалізовано «правило двох секунд». Згідно з «правилом» відхідні гази для гарантованого розкладення діоксинів повинні перебувати в камері спалювання за температури не нижче $850 \text{ }^\circ\text{C}$ з вмістом кисню не менше 6 %, протягом 2-х секунд [Конвенція ЄС]. З цієї точки зору, технологія піролізу, що проходить за середньої температури $850 \text{ }^\circ\text{C}$, є більш вигідною за технології спалювання та газифікації, так як її технологічне забезпечення передбачає час перебування викидних газів у робочому просторі камери спалювання, що задовольняє «правило двох секунд» [163]. Слід зазначити, що спроби проведення утилізації полімерів за максимально високих температур і використання додаткового обладнання для допалювання відхідних газів, не забезпечують зниження концентрації діоксинів у відхідних газах. Така ситуація виникає в зв'язку з тим, що діоксини повторно синтезуються під час зниження температури, і їх утворення вже не залежить від кількості галогеновуглеводнів у полімерах, які утилізують. Більше того, підвищення температури призводить до появи важких металів у вигляді газів та аерозолів і збільшення концентрації летких компонентів у відхідних газах [330].

3. Щодо умов в Україні, то технології піролізу і плазмової газифікації пройшли апробацію лише на лабораторних, експериментальних і, в поодиноких випадках, на дослідно-промислових установках, але не впроваджені у виробництво.

4 З економічної точки зору, піроліз, за капіталовкладенням, вартістю переробки і експлуатаційними витратами значно дорожчий за розглянуті технології спалювання, плазмової газифікації, рециклінгу. За ступенем еколого-гігієнічної безпеки технологія піролізу перевершує технологію спалювання, але поступається

плазмовій газифікації та механічному рециклінгу. Однак технологія плазмової газифікації вимагає великих витрат.

5. Технології піролізу та рециклінгу, на відміну від методу спалювання, дозволяють отримати корисні продукти, що підлягають реалізації.

6. З екологічної точки зору, найчистішою технологією та, з економічної точки зору, найменш витратною є технологія механічного рециклінгу. Процес відбувається за температур, які виключають деструкцію полімерів чи виділення з них шкідливих речовин, не відбувається й виходу діоксинів, утворення аерозолів важких металів, високотоксичної золи та шлаку. Переробка полімерних відходів за технологією механічного рециклінгу здійснюється в мінімальні терміни (від 18 хв. до 42 хв.) процесами та недорогим устаткуванням (яке є у серійному випуску в Україні), які піддаються як ручному, так і автоматизованому керуванню.

На практиці, економічні та еколого-гігієнічні аспекти проблеми переробки полімерних побутових відходів повинні бути збалансовані. Тому на основі даних таблиці 1.4 та аналізу літературних джерел [20,39,104,106,137,140,155,199,316,323,330,331,335,362,370,376,385,444] нами запропоновані рекомендації для вибору технології утилізації відходів полімерів, представлені у вигляді таблиці 1.5. У даній таблиці для різного типу полімерів вказано найкращий (++) , можливий (+) і не рекомендований (-) шляхи поводження.

Таблиця 1.5

Рекомендовані способи вторинної переробки побутових полімерних відходів

Тип полімерних відходів	Рециклінг (повторна переробка)	Хімічна переробка (газифікація, розкладання)	Піроліз	Спалювання із отриманням енергії
Відсортовані полімери одного типу	++	+	+	+
Суміш полімерів	++	++	+	-
Полімери в побутових відходах	++	-	++	-
Суміш полімерів з папером, металом та іншими включеннями	+	-	++	-

Висновки до розділу 1

Враховуючи аналіз стану утворення відходів полімерів в Україні, в найближчі роки виробництво і споживання різних полімерних матеріалів і надалі буде зростати випереджуючи темпи їх переробки. Це призведе до

загострення медико-гігієнічних та екологічних проблем, пов'язаних з негативним впливом на людину і об'єкти навколишнього середовища утворених полімерних відходів.

До проблеми забруднення поверхневої гідросфери полімерами, котра набула форми у вигляді появи семи дрейфуючих островів, додалась проблема мікропластика. Мікропластик усюди - у воді, льодовиках, ґрунтах, повітрі, рослинних і тваринних організмах, продуктах харчування та в організмі людини. Вплив його тільки почали вивчати, але й те, що вже відомо, виводить проблему у ранг світової екологічної катастрофи, наслідком якої може стати повна деградація всіх компонентів біосфери та вимирання людства як її складової.

Проблема переробки побутових полімерів у тих об'ємах, у яких вони утворюються на сьогодні, не може бути вирішена за допомогою технологій, що ґрунтуються на методах знищення (захоронення, спалювання, фото-, біодеструкції) або розкладання (піроліз, гідроліз, газифікація, крекінг, деполімеризація). Основними стримуючими чинниками виступають: висока вартість, як під час втілення проектів у життя, так і на стадії експлуатації; матеріало- та ресурсоемкість; необхідність суворого дотримання температурного діапазону процесів переробки; наявність високотоксичних відходів, які потребують подальшої переробки, знищення чи захоронення на спеціально обладнаних полігонах.

Встановлено, що вторинна переробка механічним шляхом, є найбільш прийнятним способом поводження з полімерами вилученими з ТПВ в Україні. Цей спосіб не потребує дорогого високотехнологічного обладнання і може бути реалізований у будь-якому місці накопичення відходів. Із аналізу наявних в Україні промислових технологій механічної переробки полімерів встановлено, що кінцевим продуктом переробки є полімерні гранули або флекси, котрі є лише проміжним продуктом, непридатним до самостійного використання у жодній сфері народного господарства. Крім того, обладнання з переробки, що представлено на ринку України, може бути використано лише в місцях великого накопичення відходів і не може бути орієнтоване на осіб, які займаються малим бізнесом.

Тому перспективність проведення досліджень для розробки технології переробки полімерних відходів, ґрунтованої на механічній переробці з одержанням

кінцевого продукту, придатного для використання у народному господарстві, не викликає сумніву. Актуальним є всебічне комплексне вивчення впливу на біосферу та людину, як традиційних технологій механічної переробки відходів полімерів, так і розроблених на їх основі, а також отриманої продукції та відходів.

Провідні українські вчені (Амінова Г. Ф., Вамболь В. В., Гаркавий С. І., Горох Н. П., Дмитруха Н. М., Ерстенюк Г. М., Клінков О. С., Костенко А. І., Кривошей В. М., Леоненко О. Б., Мальований М. С., Мізюк М. І., Мікульонок І. В., Мокієнко А. В., Молчанова А. В., Мудрий І. В., Прокопов В. О., Самойлік М. С., Слабий В. Г., Станкевич В. В., Тетеньова І. О., Трахтенберг І. М., Шевченко М. В., Щербань М. Г. та ін.) вважають, що проблема еколого-гігієнічної безпеки поводження з відходами полімерів, та розробка рекомендацій для мінімізації їх несприятливого впливу на довкілля та здоров'я населення на сучасному етапі продовжує залишатись надзвичайно необхідною. Тому дослідження за цим напрямком не втрачають актуальність і потребують подальшого розвитку.

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях:

[10,21,33,34,40,42,47,48,52,54,69,70,84,85,89,95,116,133,134,145,220,232,234,257,261, 277,278,280,283,286,300,301,305,311,365,371,386-390,396,397,423-426,433-436,438-440,442].

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Обґрунтування вибору об'єктів і напрямку досліджень

На основі аналізу джерел літературного огляду нами сформульовано актуальність, наукову новизну, практичну значущість та доцільність виконання дисертаційної роботи. Це стало основою для обґрунтування пріоритетних напрямків, об'єктів та методів досліджень.

Методична основа вибору перспективних напрямків роботи ґрунтується на положеннях Кодексів України «Про надра», «Про адміністративні правопорушення»; Законах України «Про відходи»; «Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони»; «Про охорону навколишнього природного середовища»; «Про оцінку впливу на довкілля»; «Про стратегічну екологічну оцінку»; «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»; «Про металобрухт»; «Про житлово-комунальні послуги»; «Про благоустрій населених пунктів»; «Про ветеринарну медицину»; «Про ліцензування видів господарської діяльності»; «Про альтернативні джерела енергії»; «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною»; «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції»; розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820 «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» та ін., якими визначено конкретні завдання еколого-гігієнічного профілю, що спрямовані на досягнення головної мети – забезпечення поводження з ТПВ, до складу яких входять полімерні відходи, безпечного для здоров'я людини та довкілля.

Основними напрямками проведених досліджень, які необхідні для досягнення поставленої мети та вирішення завдань дисертаційної роботи, було обрано:

- Порівняльний аналіз національного законодавства у сфері поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, і встановлення його відповідності європейському.
- Обґрунтування гігієнічних критеріїв розміщення виробництв із механічної переробки вторинних полімерів, без (зі) стадією механічної активації, та встановлення санітарно-захисної зони від них до межі житлової забудови.
- Визначення рівнів неканцерогенного ризику забруднення атмосферного повітря виробництвами механічної переробки вторинної полімерної сировини, без (зі) стадією механічної активації, для здоров'я населення залежно від їх місць розташування.
- Дослідження та гігієнічна оцінка небезпеки відходів та продуктів механічної переробки вторинних полімерів, без (зі) стадією механічної активації, на компоненти біосфери.
- Вивчення та гігієнічна оцінка умов праці операторів механічної переробки вторинної полімерної сировини без (зі) стадією механічної активації.
- Дослідження властивостей композицій, та їх зміну під впливом ПАР, які включають продукти механічної переробки, зі стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини вилученої з ТПВ.
- Гігієнічна оцінка продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини, зі стадією механічної активації, з метою їх застосування для вилучення нафти із поверхні води та водо-нафтових сумішей і зміну властивостей у середовищі рослинних ПАР.
- Розробка структури гнучкої виробничої системи переробки полімерів, вилучених із ТПВ, яка враховує еколого-гігієнічні вимоги та імплементацію рекомендацій директив ЄС.
- Обґрунтування нових концептуальних підходів до удосконалення еколого-гігієнічної складової нормативно-правової бази щодо поводження з полімерами, як складової ТПВ, з урахуванням вимог міжнародного та європейського законодавства.

У роботі було досліджено склад полімерів у побутових відходах (на прикладі аналізу ТПВ м. Івано-Франківська, м-н «Каскад»), наведений у

таблиці 2.1. Морфологічний склад ТПВ визначали згідно «Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів», затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16.02.10 р. за № 39.

Таблиця 2.1

Кількісний та якісний склад полімерної сировини у ТПВ (на прикладі аналізу побутових відходів м. Івано-Франківська)

Найменування полімеру	Види полімерних відходів
1. Відходи поліолефінів (від 50 % до 74 % по масі залежно від сезону)	
1.1 Поліетилен високої щільності	Тара, ємності для зберігання сипучих продуктів, відра, тази, іграшки, меблева фурнітура, мішки для сміття, термо- та вакуумна упаковка продуктів
1.2 Поліетилен низької щільності	Сільськогосподарська плівка, господарські мішечки, скатертини, плівкові матеріали
1.3 Поліпропілен	Пакувальна плівка для харчових, крім молочних продуктів, упаковка від миючих засобів рідких та сипучих
2. Відходи полістиролу (від 8 % до 14 % по масі залежно від сезону)	
2.1 Блочний і ударостійкий полістирол	Одноразовий посуд, авторучки, упаковка для молочних продуктів, банки та ін.
2.2 Сополімери стирулу	Деталі облицювання інтер'єру, деталі побутової техніки
2.3 Спінений полістирол	Упаковки побутової техніки, посуду, теплоізоляційні матеріали
3. Відходи вінілхлориду (від 9 % до 15 % по масі залежно від сезону)	
3.1 Полівінілхлорид	Лінолеум, плівка, клейка плівка (скоч), упаковка, що піддається термоусадці, килимові покриття, труби, упаковки непродовольчих товарів, ємності для технічних рідин і побутової хімії
3.2 Вініпласт	Оздоблювальні матеріали, покрівельні листи, віконні рами, пакувальний матеріал (ємності, контейнери, флакони тощо)
4. Відходи полієфірів (від 9 % до 13 % по масі залежно від сезону)	
4.1 Поліетилентерефталат	Пляшки, наповнювачі курток, ковдр, штучне хутро, синтетичні тканини

З аналізу таблиці 2.1 слідує, що найбільше серед полімерних відходів у ТПВ є поліолефінів (від 50 % до 74 % по масі залежно від сезону), котрі представлені поліетиленом високої та низької щільності та поліпропіленом.

Відходи представників трьох видів полімерів – полістиролу, вінілхлориду та полієфіру, мають майже однакову масову долю у загальній масі ТПВ (від 8 % до 15

% по масі залежно від сезону). Було відібрано зразки відходів ПЕТФ, ПЕ, ПП, ПС та ПВХ із майданчиків ТПВ методом конверта з 5 точок із подальшим усередненням і подрібненням у відповідності до НД «Якість довкілля. Відбір проб ґрунтів та відходів для здійснення хіміко-аналітичного контролю» від 01.03.2005 р.

Підготовка наповнювачів із вторинних полімерів. Вторинні полімери переробляли технологією механічної переробки, без та із механічною активацією, згідно запатентованої методики (патент №110282 (UA)). За методикою полімери кожної групи, окремо, чи суміш (ПП-18%; ПЕ-ВТ 18%; ПЕ-НТ-25%; ПЕТФ-10%; ПВХ-19%; ПС-10%) мили, промивали і сушили. Потім подрібнювали на частинки: ширина від 1,0 до 5,0 мм, довжина від 5 до 150 мм. Подрібнені полімери обробляли у механічному активаторі відповідно до запатентованої методики (патент № 123509 (UA)). У результаті одержали волокнистий розшарований шорсткий матеріал у кількості $\geq 99,6$ % від маси перероблених полімерів.

Відходи механічної активації - пилоподібна суміш полімерів до 0,4 % від загальної маси продукту. Шлам – суміш полімерів дрібної фракції від 0,003 мм до 1,3 мм із залишками паперових етикеток до 0,47 % від загальної маси шламу.

Розчин ПАР (лауретсульфат натрію) готували шляхом попереднього розчинення ПАР у 0,01 % водному розчині NaCl до концентрації 0,01 % ПАР у розчині, що не перевищувало встановлених гігієнічних вимог до питної води [445]. Для нанесення ПАР на поверхню фрагментів перероблених полімерних відходів розробили пристрій із замкнутою системою подачі повітря. Пристрій забезпечував нанесення розчину ПАР із пароподібної фази на поверхню цих фрагментів із одночасним їх перемішуванням. Оброблені таким чином фрагменти полімерних відходів висушували у цьому ж пристрої у висхідному потоці холодного повітря (без присутності ПАР). Висушену сировину вивантажували з пристроєм.

Склад композицій для дослідження й еколого-гігієнічної оцінки впливу додавання перероблених полімерів у цемент композиції на властивості готових виробів.

Склад контрольних зразків: цемент - 500 гр., пісок – 1500 гр., вода – 250 гр.

Склад досліджуваних композицій №1: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – подрібнені полімерні наповнювачі з ПЕТФ, ПВХ, суміш ПЕ+ПП від 0,25 % до 12 %, від загальної маси піску (з кроком від 0,25 % до 1 %);

Склад досліджуваних композицій №2: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – механічно перероблені полімерні наповнювачі з ПЕТФ, ПВХ, суміш ПЕ+ПП від 0,25 % до 19 %, від загальної маси піску (з кроком від 0,25% до 1 %).

Склад досліджуваних композицій №3: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – механічно перероблені полімерні наповнювачі з ПЕТФ, ПВХ, суміш ПЕ+ПП із нанесеними різного виду ПАР на їх поверхню від 0,25 % до 26,75 %, від загальної маси піску (з кроком від 0,25% до 1 %).

2.2 Методи дослідження

Робота виконана в науково-дослідних практичних центрах: кафедри гігієни та екології, біоелементології (свідоцтво №037/19 від 13.06.2019 р.), мікробіологічних досліджень (свідоцтво №037/19 від 17.11.2017 р.) Івано-Франківського національного медичного університету, науково-дослідній лабораторії науково-виробничої фірми «Екосонік-Вест» (свідоцтво № 000478 від 17.12.2017 р.). Всі експериментальні дослідження виконано з дотриманням норм ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001). Комісія з питань біоетики Івано-Франківського національного медичного університету (протокол № 115/20 від 16.09.2020 р.) порушень морально-етичних норм під час проведення науково-дослідної роботи не виявила.

Гігієнічну оцінку стійкості до фізичних навантажень (стиск, згин) зразків із цементно-піщаних композицій наповнених різним типом, кількістю та властивостями поверхні (без активації, механічно активована, механічно активована та оброблена ПАР) механічно перероблених полімерів провели згідно методик описаних у нормативних документах: EN 12390-(1-5): 2009 NEQ та ДСТУ Б В.2.7-214:2009 [446-454].

Зразки виготовляли за методиками EN 12390-(1-2) [446,447]. Підготовані вторинні полімери різних видів (ПЕТФ, ПВХ, суміш ПЕ+ПП) додавали у суху суміш з піску та цементу. Композиції перемішували і, не припиняючи перемішування, додавали воду. Комозицію вкладали шарами і ущільнювали в формах: 90 мм × 20 мм × 20 мм. Після укладання зразки вібрували.

Таким способом виготовили по 12 зразків для кожного виду композиції. Зразки витримували у формах протягом 24 ± 1 год. Після розформування їх вміщували на 2 доби у воду. Через (72 ± 2) год після виготовлення проводили дослідження на міцність половини зразків, а іншу половину зразків випробовували через 28 діб.

Перед дослідженням зразки вимірювали та зважували на аналітичних вагах ТВЕ-0.3-0.005 для визначення густини.

Оцінку стійкості зразків до фізичних навантажень провели встановивши мінімальні зусилля, що руйнують зразки під час їх навантаження. Дослідження зразків на стиск провели на установці ПЦК-1, на вигин на установці МІИ – 100 в навчально-дослідницькій лабораторії тампонажних розчинів кафедри буріння нафтових і газових свердловин Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Дослідження міцності зразків на стиск [446,450,451]. Випробовування зразків проводили на установці ПЦК-1, до їх руйнування. Максимальний тиск, який витримував зразок до початку його руйнування, - межа міцності на стиск.

Дослідження міцності зразків на вигин [447,454]. Зразок встановлювали в установку МІИ – 100 і навантажували до руйнування.

Гігієнічну оцінку зміни теплопровідності зразків цементно-піщаних композицій, наповнених механічно переробленими та активованими полімерами різних видів залежно від кількості, виду полімера, з нанесеною на поверхню відходів ПАР та без неї провели динамічним методом визначення теплопровідності зондом за методикою викладеною в ДСТУ Б В.2.7-40-95 [455] приладом ИТП-МГ4 «Зонд» на базі Державної установи «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» в лабораторії електромагнітних полів та інших фізичних факторів.

Виконання вимірювання теплопровідності зразків. Для проведення випробувань у зразку - куб із гранню 100 мм, засвердлювали отвір, відповідно довжині і діаметру зонда. Вставляють зонд і одночасно з пуском секундоміра на зонд А подають струм нагрівання. За час випробувань силу струму вимірювали п'ять разів із інтервалом рівним 15 с. Реєстрували значення ЕРС (електрорушійна сила) термопари даного зонда в проміжках часу від 4 до 6 і від

8 до 12 хв із моменту початку випробувань. У зазначених проміжках, включаючи їх межі, було проведено по сім вимірів ЕРС з рівними інтервалами часу в кожному проміжку. Результатом теплопровідності зразків було середнє арифметичне значення результатів отриманих результатів.

Гігієнічну оцінку зміни звукопоглинання зразків композицій, наповнених механічно переробленими та активованими полімерами різних видів залежно від кількості, виду полімеру, із нанесеною на поверхню ПАР та без неї провели акустичним методом згідно ДСТУ Б В.2.7-184:2009, EN 12354-3, EN ISO 11654:1997 [456-458].

Дослідження проводили із зразками цементно-піщаних композицій наповнених переробленими полімерами з міцнісними характеристиками, що дозволяють їх використовувати для улаштування перегородок, які не виконують роль несучих конструкцій.

Склад досліджуваних композиційних сумішей: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – механоактивованій полімерний наповнювач: для ПЕТФ і ПВХ - 15 %, для суміші ПЕ + ПП – 4,5 % від загальної маси піску.

Метод визначення нормального коефіцієнта звукопоглинання полягає у вимірюванні рівня звукового тиску у максимумі і в мінімумі стоячої звукової хвилі в трубі інтерферометра, яка створюється накладанням падаючої плоскої звукової хвилі на випробовуваний зразок і плоскої звукової хвилі, відбитої від зразка. Величина різниці рівнів звукового тиску в максимумі та в мінімумі визначає ступінь поглинання звукової енергії випробовуваним матеріалом.

Даний метод є найбільш раціональним для дослідження акустичних характеристик матеріалів і виробів, особливо на стадії технологічного розроблення завдяки невеликим розмірам зразків для випробувань і високій оперативності процедури вимірювання.

Результати вимірювань обробляли за допомогою безкоштовного програмного онлайн продукту для проведення математичних розрахунків «Mathway». Остаточний результат випробувань на кожній частоті розраховували, як середнє арифметичне результатів вимірювань 6 - ти однотипних зразків.

Дослідження проводили в Івано-Франківському національному медичному університеті на кафедрі гігієни та екології в «Науково-дослідній акустичній лабораторії».

Гігієнічну оцінку стійкості зразків цементно-піщаних композицій наповнених полімерами в різних агресивних водних середовищах провели гравіметричним (ваговий) методом та методом титрування.

Дослідження гравіметричним методом полягало у вимірюванні втрати маси зразків на електронних вагах (4 клас точності ТВЕ-0,3-0, 005) до і після знаходження у агресивному середовищі залежно від часу перебування у ньому.

Метод титрування, заснований на законі еквівалентів. Розчин відомої концентрації додавали в інший розчин до завершення хімічної реакції між розчиненими в них речовинами. Розрахунки, необхідні для оцінки втрати маси зразків у різних типах агресивних середовищ, проведено згідно СНіП 2.03.11-85 [459]. Склад продуктів корозії цементно-піщаної суміші визначали за ДСТУ 4079-2001 [460] та методикою [461].

Для дослідження стійкості зразків ми змодельовали три типи водних агресивних середовищ та два порівняльні: а) карбонатне – 10 % розчин H_2CO_3 ; б) магнезіальне – 10 % розчин MgCl_2 ; в) розширювальне – 10 % розчин Na_2SO_4 ; г) дистильована вода; д) дощова вода.

Для проведення дослідження зразки вміщували в ємності, заливали модельними розчинами і витримували за нормальних умов 28 діб. Визначали та оцінювали втрату іонів Ca^{2+} із зразків кожні 3 доби шляхом титрування розчину, в якому вони перебували (для магнезіального та розширювального - 0,1 Н розчином NaOH , для карбонатного - 0,1 Н розчином KOH у присутності індикатора фенолфталеїну до появи рожевого забарвлення). Після 28 діб зразки промивали дистильованою водою і зважували. Таким чином визначали загальну втрату маси зразків.

Визначення кількості ПАР, що вимилась із досліджуваних зразків, провели з використанням хімічних реактивів: дигідрофосфат калію, метиленовий синій, фенолфталеїн, хлороформ за методикою описаною в ДСТУ ISO 7875-1:2012 [462], яка ґрунтується на спектрофотометричному визначенні вмісту ПАР у воді фотометричним методом аналізу. Ця методика забезпечує отримання результатів вимірів із ймовірністю в межах 0,95. Оцінку проводили з використанням фотоелектрокалориметра КФК-2.

Дослідження провели в навчально-дослідницькій лабораторії кафедри гігієни та екології Івано-Франківського національного медичного університету.

Гігієнічну оцінку сорбційних властивостей адсорбентів, із механічно перероблених і активованих вторинних полімерів різних видів із поверхнею вкритою ПАР та без неї, для вилучення нафтопродуктів із поверхні води та ґрунту виконали гравіметричним методом за методикою у відповідності до міжнародного стандарту ASTM F: 726-12 та МВВ № 081/12-0645-09 [463, 464].

Дослідження проводились із використанням перероблених і механічно активованих ПЕТФ, ПВХ та сумішей ПЕ+ПП розміром: ширина від 1,0 до 5 мм, довжина від 5 до 150 мм; сирої нафти густиною 0,878 кг/дм³, кінематичною ($\mu = 0,007 - 0,008$ (Па·с)) та динамічною ($\nu = 0,081 - 0,093 \times 10^4$ (м²/с)) в'язкістю за температури нафти 18 °С; ареометру АНТ – 1 650 - 710; вагів лабораторних 4 класу точності ТВЕ; термометра лабораторного ТЛС – 2 (діапазон вимірювань від – 30 до+ 70 °С).

Згідно методики [463] попередньо виготовлені з металічної сітки пустотілі циліндри діаметром 35 мм заповнювали однаковими за масою та різними за розміром і видом підготованими полімерами. Було виготовлено по 3 однотипні зразки для кожного виду та величини розміру полімеру.

Для визначення сорбційних властивостей зразок (1), як показано на рис. 2.1, поміщали у мірний циліндр діаметром 45 мм (2), у який попередньо наливали нафту (3), яка мала повністю вкрити зразок. Зразок фіксували та витримували від (30 ± 5) с до $(15 \text{ хв} \pm 20 \text{ с})$. Потім зразок виймали з мірного циліндра та підвішували над ним на (30 ± 3) с, щоб стік надлишок нафти.

Після цього відразу під зразок підставляли попередньо зважений лоток для збору крапель і переносили зразок у лоток. Лоток зі зразком зважували. За такою методикою проводили три однотипні дослідження для кожної серії зразків. За величину нафтопоглинання зразка приймали отримане з трьох результатів середнє значення нафтоємності одиниці маси адсорбенту, рівного об'єму нафтопродукту на одиницю маси адсорбенту.

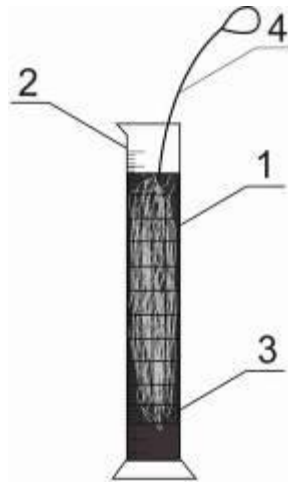


Рисунок 2.1 - Лабораторний пристрій для дослідження сорбції нафтопродуктів зразками з перероблених механічною активацією полімерів: 1 – зразок; 2 – мірний циліндр; 3 – нафта; 4 – дріт для фіксації зразка.

Розрахунки сорбційної нафтоємності ($M_{(m)}$) зразків проводили за формулою 2.1 [463]:

$$M_{(m)} = S_s/S_0, \text{ г/г} \quad (2.1)$$

де $S_s = (S_{st} - S_0)$ – маса адсорбованого нафтопродукту, г;

S_0 – маса проби сорбенту, до проведення досліджень, г;

S_{st} – маса проби сорбенту після контакту з нафтопродуктом, г.

Попередньо визначили сорбційні властивості порожньої форми за вище описаним методом та формулою 2.1.

Дослідження провели в навчально-дослідницької лабораторії науково-дослідної фірми «Екосонік-Вест» для науково-дослідної роботи ІФНМУ «Розробка новітньої технології утилізації полімерних побутових відходів на основі механічного рециклінгу» (№ 0117U004237, 2016-2019 рр).

Гігієнічну оцінку сорбційних властивостей адсорбентів, із механічно перероблених і активованих полімерів різних видів із поверхнею вкритою ПАР та без неї у присутності рослинних ПАР, для вилучення нафтопродуктів розчинених у воді провели фотометричним методом за методикою відповідно до ГОСТ 17.1.4.01-80 [465] та МВВ № 081/12-0877-13 [466] фотоколориметром КФК – 2.

Експериментальні дослідження проведено з використанням: перероблених ПЕТФ, ПВХ, ПЕ, ПП; водо-нафтової суміші з шлаконакопичувача; рослинних

ПАР на основі Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis L*) та плодів Кінського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*).

Згідно методики [465,466] для визначення кількості нафти у водо-нафтовому розчині готують 4-6 стандартних (еталонних) розчини з відомою концентрацією нафти, C ; при певних, світлофільтрі й товщині кювети, вимірюють оптичну густину кожного стандартного розчину відносно розчину порівняння (дистильована вода), а також розчину, що досліджують (D_x); для стандартних розчинів будують градуйований графік залежності оптичної густини від концентрації $D = f(C)$ (рис. 2.2) і по D_x знаходять досліджувані концентрації C_x . Інтервал концентрацій стандартних розчинів вибирали таким, щоб концентрація досліджуваного водо-нафтового розчину знаходилась у його середині, а значення оптичної густини знаходились у межах 0,1-1,9 (менша помилка, максимальне відтворення).

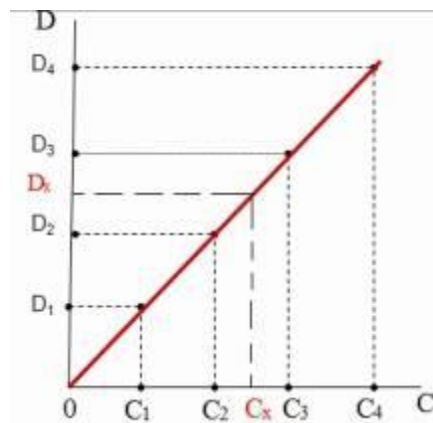


Рисунок 2.2 – Градуйований графік

За основу способу інтенсифікації нафтовилучення з води було взято фізико-хімічний метод флотаційної очистки води від нафти за допомогою ПАР.

Перевагами флотації є високий ступінь очищення (95-98%), безперервність процесу, селективність виділення домішок, шлам нижчої вологості, дешевизна та простота устаткування. Суть флотаційного очищення полягає в тому, що забруднена вода штучно насичується повітрям, на поверхні пухирців якого адсорбуються частки розчинених забруднень, спливають разом із ними на поверхню води, звідки видаляються [465].

Згідно методу в водо-нафтову суміш вводять ПАР і насичують суміш повітрям, при цьому відбувається спінювання суміші, і нафта, «прилипаючи»

до поверхні бульбашок ПАР, вимивається із води і переміщується на водну поверхню разом із піною. Після цього отриману піну видаляють із поверхні сорбентами отриманими з перероблених полімерних відходів.

Дослідження провели в навчально-дослідницькій лабораторії кафедри гігієни та екології Івано-Франківського національного медичного університету.

Гігієнічна оцінка умов праці операторів механічної переробки вторинних полімерів із стадією механоактивації включала:

1. Оцінку параметрів мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність інфрачервоного випромінювання) провели згідно методики ДСН 3.3.6.042-99 [467].

Вмірювання параметрів мікроклімату проводили на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни на висоті 0,5 - 1,0 м від підлоги - за роботи сидячи, 1,5 м від підлоги - за роботи стоячи. У приміщенні площею 236 м², було оцінено 8 зон. При коливаннях мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводилось із урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання проводили в теплий та холодний періоди року;

Температура повітря вимірювали термометром метеорологічним скляним ТМ-6 (діапазон вимірювань від - 30 °С до + 50 °С, похибка вимірювань 0,2).

Вологість повітря вимірювали психрометром аспіраційним МВ-4М (діапазон температури вимірювань від - 25 °С до + 50 °С, відносної вологості повітря від 10% до 100%, похибка вимірювань ± 5%).

Швидкість руху повітря вимірювалась кульовим кататермометром (діапазон вимірювань від 0,05 м/с до 2,0 м/с, похибка вимірювань ± 5%) та чашковим анемометром МС-13 (діапазон вимірювань від 0,6 м/с до 25,0 м/с, похибка вимірювань ± 0,2).

Оцінку теплового випромінювання проводили радіометром «Аргус-03» (радиометр неселективний, діапазонн вимірювань у спектральному діапазоні від 0,5 мкм до 20 мкм та інтенсивністю від 1 Вт/м² до 2000 Вт/м², похибка вимірювань 6%). За наявності кількох джерел інфрачервоного випромінювання

та джерел великої площі вимірювання інфрачервоного випромінювання на робочому місці проводили в напрямку максимуму потоку від джерела.

2. *Оцінку рівня освітлення робочої зони провели згідно методики ДБН В.2.5-28-2006 [468].*

Санітарною оцінкою штучного освітлення визначається рівень освітленості і одночасно з цим дається оцінка рівномірності розподілу світла по приміщенню. Оцінку штучного освітлення проводять описовим, інструментальним (за допомогою люксметра) і розрахунковим методами.

Описовий метод передбачає визначення виду освітлення, кількості джерел світла, кількості і типу ламп, типу світильників і т.д.

Інструментальний метод визначення штучного освітлення заснований на використанні люксметра. Рівень штучного освітлення оцінюють ввечері. Якщо необхідно визначити рівень штучного освітлення вдень спочатку вимірюють рівень комбінованого освітлення (штучне і природне), а потім природного. Різниця між цими величинами відповідає рівню штучного освітлення. Освітлення вимірюють у 8-10 точках при площі приміщення 15-20 м² і в 3-4 точках в приміщеннях меншої площі. За отриманими даними обчислюють середнє значення штучного освітлення.

Для визначення рівня штучного освітлення розрахунковим методом визначають питому потужність усіх джерел світла у цьому приміщенні Q;

$$Q = n \times P, \text{ Вт}, \quad (2.2)$$

де: n-кількість ламп, P –потужність однієї лампи, Вт.

Оскільки світловий потік залежить від потужності джерел світла, спочатку визначають питому потужність джерел світла для цього приміщення (P), (Вт/м²) - тобто кількість енергії у ватах, що приходить на одиницю освітлюваної поверхні, згідно формули:

$$P = Q / S, \text{ Вт/м}^2 \quad (2.3)$$

де Q –питому потужність джерел світла для цього приміщення, Вт;

S - площа приміщення, м².

3. *Оцінку рівня шумового та вібраційного навантаження провели згідно методики ГОСТ 20445–75 [469].*

Під час спектральної оцінки постійний шум характеризують у рівнях звукового тиску (дБ) в октавних смугах частот із середньо геометричними частотами 31,5, 63, 125, 250; 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц.

Спектральний аналіз шуму провели за допомогою шумоміра ВШВ-003, що призначений для виміру шуму і частотного аналізу його параметрів, а також вібрації, вимірюючи рівні звукового тиску в кожній октаві досліджуваного шуму. За допомогою ВШВ-003 вимірюють шум з частотою від 10 до 20 000 Гц у межах до 140 дБ, частотний діапазон приладу по віброприскоренню від 100 до 10000 Гц, а з віброшвидкості - від 10 до 2800 Гц.

На одиночних постійних робочих місцях вимір здійснювали в точках, що відповідають постійному розміщенню виробничого устаткування – джерела шуму. Якщо робочі місця не постійні, то виміри проводили в робочій зоні в трьох точках.

Оцінку режиму шуму у виробничих приміщеннях за змішаного розміщення різнотипного устаткування проводили на трьох ділянках робочої зони для кожного типу устаткування. Вимір шуму проводився під час роботи не менш 2/3 технологічного устаткування, розташованого в даному приміщенні, а також за включеної вентиляції. При цьому мікрофон встановлювали на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи на рівні голови, якщо робота виконується сидячи, і спрямовували убік джерела шуму.

Під час вивчення постійного й імпульсного шуму вимір проводили п'ять разів у кожній точці і результати усереднювали. За змішаного розміщення устаткування середню величину рівнів звуку (дБА) і звукового тиску (дБА) обчислювали зробивши вимір у восьми точках цеху.

Гігієнічна оцінка отриманих даних проводилась шляхом порівняння з гранично допустимими рівнями шуму на робочих місцях, установленими ДСН 3.3.6.037-99 [369] з використанням обладнання науково-практичного центру гігієнічних досліджень на базі кафедри гігієни та екології ІФНМУ.

4. Оцінку хімічного забруднення повітря робочої зони процесів переробки вторинних полімерів провели фотометричним, і хроматографічним методами за методикою ГОСТ 12.1.016-79 [470].

Вибір точок для відбору проб повітря, відповідно до вказівок ГОСТ 12.1.005–88 [471] проводився в зоні дихання за типових виробничих умов із обліком основних технологічних процесів, джерел виділення шкідливих речовин і функціонування технологічного устаткування.

Протягом зміни і на окремих етапах технологічного процесу в кожній точці послідовно відібрали по 15 проб на протязі від 30 хв до 60 хв, що є достатнім для достовірної гігієнічної характеристики стану повітряного середовища. Проби повітря відбирали в робочій зоні, у місцях тимчасового перебування працюючих і в місцях, де повітря не забруднене досліджуваними речовинами. Рівень відбору проб від підлоги і робочих площадок установлювали з урахуванням фізико-хімічних властивостей досліджуваних речовин. Приймалась до уваги спрямованість потоку руху повітря.

Відбір проб повітря здійснювали аспіраційним методом (протягання повітря через поглинальні розчини). Розрахунок оптимальної кількості повітря (V_0), необхідного для аналізу, здійснюється за формулою:

$$V = a \times V_0 / (V_n \times C \times K) \quad (2.4)$$

де a – нижня межа визначення речовини, мг/м³; V_0 – загальний об'єм поглинаючого розчину, см³; V_n – об'єм аліквоти, який взятий для аналізу, см³; C – гранично допустима концентрація визначуваного інгредієнту, мг/м³; K – коефіцієнт, який відображає частку величини ГДК ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$...), як правило $\frac{1}{2}$.

Для забезпечення точності обчислення об'єм відібраного повітря приводився до нормальних умов ($t=20^\circ\text{C}$, $P=101,31$ кПа (760 мм рт. ст.)).

Методи аналізу проб повітря фотометричний та хроматографічний оснований на виборчому поглинанні пучка світлової енергії, що проходить через досліджуваний розчин [472].

Розрахований для кожної з визначуваної речовини об'єм повітря аспірують із швидкістю достатньою для проходження хімічної реакції у поглинаючому розчині. Після цього вимірюють оптичну густину розчину за довжини хвилі (λ), що є індивідуальною для кожної з досліджуваних речовин, у кюветах товщиною поглинаючого шару 1,0 см відносно дистильованої води. Концентрацію досліджуваної речовини знаходять за

градувальним графіком, який попередньо будують на основі аналізу стандартизованих розчинів відомих концентрацій. Таким чином було встановлено концентрацію у повітрі робочої зони: формальдегіду, ацетальдегіду, аміаку, оцтової кислоти, мурашиної кислоти, оксиду вуглецю, метилметакрилату, етилену, пропілену, оксиду етилену, стиролу, бензолу, бензальдегіду, толуолу, фенолу, етилбензолу.

Концентрації хімічних речовин у повітрі робочої зони визначили за допомогою універсального газоаналізатора УГ-2, поглиначів Ріхтера і Зайцева, фотоелектроколориметра КФК-2, газового хроматографа марки Кристал 2000 М. Гігієнічну оцінку умов праці проведено згідно Інструкції МОП «Навколишні фактори на робочому місці» [473] та ДержСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (дод. 15, 16, 17) [474].

5. *Оцінку запиленості повітря робочої зони процесів переробки вторинних полімерів* провели гравіметричним методом. Дослідження масової концентрації пилу і компонентного складу виконані згідно з методичними рекомендаціями МОЗ України МВ 4436-87 [475]. Для аналізу запиленості повітря використовували електроаспіратор М-822. Відбір проб проводився на паперові фільтри АФА-ВП-20 в зоні дихання працівників (1,7 м) тривалістю від 30 до 50 хвилин зі швидкістю 20 дм³ / хв. Для кожної точки відбір проб повітря повторили 5 разів за зміну протягом 5 змін. За допомогою цифрового USB-мікроскопа на штативі марки U500X досліджено дисперсний склад пилу (ПЕТФ, ПВХ, ПС, ПЕ, ПП, ПА).

6. *Оцінку показників важкості та напруженості трудового процесу* провели відповідно до ДержСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» (дод. 15, 16, 17) [474].

Оцінка важкості праці визначається за величиною енергозатрат працівника за зміну. Враховуються енергозатрати тільки на виконання переміщення та (або) утримання вантажу, переміщення у просторі протягом зміни. Основними показниками важкості праці, що визначали:

- зовнішнє фізичне динамічне навантаження;
- стереотипні робочі рухи;
- статичне навантаження;

- переміщення у просторі.

Допоміжні показники, котрі визначали:

- маса вантажу, що піднімається та переміщується;
- робоча поза;
- кут нахилу та кількість нахилів тулуба.

Кожний з перелічених показників був кількісно виміряний і оцінений.

1. *Зовнішнє фізичне динамічне навантаження* визначалось шляхом вимірювання відстані переміщення вантажу (піднімання, переміщення по горизонталі, опускання). Оцінювалась, як добуток маси вантажу на відстань його переміщення ($m \times \text{кг} = \text{Вт}$).

2. *Стереотипні робочі рухи* визначали за денною нормою виробітку шляхом множення кількості рухів, що виконуються при одній операції, на кількість виробничих операцій.

3. *Статичне навантаження*, пов'язане з утриманням вантажу або докладанням зусиль, розраховували шляхом перемноження двох параметрів: величини зусилля для утримання (маса вантажу, що утримується) і часу його утримання. Статичне навантаження під час перенесення вантажу на відстань враховане в нормативній величині динамічного навантаження.

4. *Робоча поза*. Оцінка робочої пози проводилась у відсотках до загальної тривалості робочої зміни. Абсолютний час (в хвилинах, годинах) перебування в тій чи іншій позі визначався на основі хронометражних даних за зміну, після чого розраховували час перебування у відносних величинах, тобто у відсотках до 8-годинної зміни (незалежно від фактичної тривалості зміни).

5. *Нахили тулуба* (вимушені, більше 30^0), кількість за зміну, котрі визначали шляхом їх прямого підрахунку за одиницю часу (5 разів за зміну) з подальшим розрахунком кількості нахилів за весь час виконання роботи, або шляхом визначення їх кількості за одну операцію і множенням на кількість операцій за зміну. Під час вимірювання кута нахилу інколи не використовували кутомір, оскільки відомо, що у людини з середніми антропометричними даними нахили тулуба більше 30^0 зустрічаються у випадках, коли вона бере будь-які предмети, підіймає вантаж або виконує дії руками на висоті не більше 50 см від підлоги.

6. *Переміщення в просторі* – переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни по горизонталі та вертикалі (по сходам, пандусам та ін.).

визначається в км. Рухи по горизонталі - рухи на площині з нахилом від 0° до 30° , по вертикалі – на площині з нахилом від 30° до 90° .

Виміри проводили за допомогою крокоміра, який закріплювали на працівнику (під час регламентованих перерв крокомір знімали).

7. *Загальна оцінка важкості праці* визначалась та оцінювалась за показниками, що наведені в додатках 15 та 17 до ДСНтаП [474].

Кінцеву оцінку важкості праці проводили шляхом додавання відношень вимірних або розрахованих показників до їх допустимих рівнів, помножених на коефіцієнт значимості показника (1,0 – для основних показників, 0,15 – для допоміжних). Додавання до загальної оцінки допоміжних показників проводили лише у випадку перевищення ними нормативних значень з коефіцієнтом 0,15.

Оцінка напруженості трудового процесу характеризується показниками розумового, сенсорного і нервово-емоційного навантаження на працівника.

1. *Розумові навантаження* оцінювали враховуючи:

- *зміст роботи*, що описує ступінь складності виконання завдання;
- *сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка*, що необхідні для успішного ходу робочого процесу;
- *розподіл функцій за ступенем складності завдання*, чим більше функціональних обов'язків у працівника, тим вища напруженість його праці;
- *характер виконуваної роботи*, де найбільша напруженість праці в умовах браку часу та інформації з підвищеною відповідальністю за кінцевий результат.

2. *Сенсорні навантаження* – це тривалість зосередження уваги на об'єкті. Під час оцінки сенсорного навантаження враховують:

- *щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень* сприйнятих і переданих за 1 годину роботи;
- *навантаження на зоровий аналізатор*, що включає визначення: *розміру об'єкта розрізнення* (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни. Чим менший розмір предмету розрізнення та чим довший час спостереження, тим вище навантаження; *часу спостереження за екранами відеотерміналів*, годин на зміну;
- *навантаження на слуховий аналізатор* визначали за залежністю чіткості слів у відсотках від співвідношення між рівнем інтенсивності мови і «фонового» шуму.

- навантаження на голосовий апарат, визначали, як сумарну кількість годин із напруженням голосового апарату протягом тижня.

3. Емоційне навантаження оцінювали шляхом встановлення:

- ступеню відповідальності за результат своєї діяльності («ціна» помилки);
- ступеню ризику для власного життя та життя інших осіб;
- ступеню відповідальності за безпеку інших осіб.

Монотонність навантажень визначали за:

- кількістю елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово;
- тривалістю виконання повторюваних простих виробничих операцій;
- монотонністю виробничої обстановки - час пасивного спостереження за технологічним процесом від часу зміни.

4. Режим праці оцінювали за тривалістю робочого дня та змінністю роботи.

Загальна оцінка напруженості трудового процесу визначалась шляхом додавання відношень вимірних або розрахованих показників до їх допустимих рівнів, помножених на коефіцієнт значимості показника (1,0 – для основних, 0,15 – для допоміжних).

5. Хронометраж робочого часу встановлювали на основі оцінки складових трудової діяльності при цьому розраховували щільність робочого часу ($\text{Щ}_{\text{р.ч}}$), що є відношенням часу роботи, включаючи мікропаузи, до загального часу тривалості робочої зміни:

$$\text{Щ}_{\text{р.ч.}} = T_{\text{роб.}} \times 100 / T_{\text{р.з.}}, \% \quad (2.5)$$

де: $T_{\text{роб.}}$ – тривалість робочого часу, встановлена хронометражем, хв.; $T_{\text{р.з.}}$ – тривалість робочої зміни, хв.; 100 – переведення у відсотки.

Гігієнічну оцінку забруднення атмосфери сельбищних територій у зоні впливу підприємств механічної переробки полімерів проведено за натурними дослідженнями фотометричним, і хроматографічним методами за методиками викладеною в ГОСТ 12.1.016-79 [475], МВ 4436-87 [476] та виконано розрахунки забруднюючих речовин (СО, NO₂, NO, СО₂, СН₄, НМЛЮС, сажа, полімерний пил) згідно ОНД-86 [477]. Отримані дані, щодо встановлення розмірів СЗЗ до межі житлової забудови узгоджено з ДСП 173-96 [478].

Для оцінки ступеня забруднення атмосферного повітря речовиною застосовували показник забруднення (ПЗ), який, згідно з відповідним методичним документом [477], розраховували шляхом порівняння фактичного (або прогнозного) забруднення повітряного середовища цією речовиною з гранично допустимою величиною (2.6):

$$\text{ПЗ} = \text{С/ГДК} \quad (2.6)$$

де: С – фактична (або прогнозна) концентрація речовини, мг/м³;

ГДК – гранично допустима концентрація цієї речовини, мг/м³.

Оцінку рівня забруднення атмосферного повітря проводили шляхом співставлення сумарного показника забруднення $\Sigma\text{ПЗ}$ сумішшю речовин з показником гранично допустимого рівня забруднення (ГДЗ). Допустимим визнається рівень, що не перевищує ГДЗ.

Сумарний показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря сумішшю речовин ($\Sigma\text{ПЗ}$) розраховували за формулою (2.7):

$$\Sigma\text{ПЗ} = ((\text{C}_1/\text{ГДК}_1 \times \text{K}_1) + (\text{C}_2/\text{ГДК}_2 \times \text{K}_2) + (\text{C}_3/\text{ГДК}_3 \times \text{K}_3) + \dots + (\text{C}_n/\text{ГДК}_n \times \text{K}_n)) \times 100 \% \quad (2.7)$$

де: $\text{C}_1, \text{C}_2, \text{C}_3 \dots \text{C}_n$ – значення фактичних або прогнозованих концентрацій сполук, що входять до складу суміші, мг/м³;

- $\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \text{ГДК}_3 \dots \text{ГДК}_n$ – значення гранично допустимих концентрацій відповідних забруднюючих речовин, що входять до складу суміші, мг/м³;

- $\text{K}_1, \text{K}_2, \text{K}_3 \dots \text{K}_n$ – значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини (для 1-го класу – 0,8; 2-го – 0,9; 3-го – 1,0; 4-го – 1,1).

Показник ГДЗ атмосферного повітря – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність та характер сумісного діяння всієї сукупності присутніх у ньому шкідливих домішок. ГДЗ розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально, за формулою (2.8) та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії за формулою (2.9):

$$ГДЗ = K_{К.д. с.с.} \times 100\% \quad (2.8)$$

$$K_{К.д. с.с.} = \sqrt[n]{\sum (K^2_{К.д.1} + K^2_{К.д.2} + \dots + K^2_{К.д.n} + n)} + K_m \quad (2.9)$$

де: $K_{К.д.1}$, $K_{К.д.2}$, $K_{К.д.n}$ – коефіцієнти комбінованої дії сумішей забруднюючих речовин, для яких встановлено характер дії;

n – число речовин, для яких речовин офіційно не встановлено характер комбінованої дії ($K_{К.д.} = \sqrt{n}$)

K_m - коефіцієнт для речовин з незалежним характером дії (зберігається ГДК для кожної речовини).

Оцінка рівнів неканцерогенного ризику для здоров'я населення від викидів виробництв механічної переробки вторинних полімерів виконано за методикою оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розробленої Агентством США з охорони довкілля та ВООЗ, і МР 2.2.12-142-2007/МОЗ України [479].

Для оцінки небезпеки впливу забруднення атмосферного повітря застосовували методологію оцінки ризику шляхом розрахунку неканцерогенного ризику [479]. Розрахунок ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснювали порівнянням фактичних рівнів експозиції з безпечними та визначенням коефіцієнта небезпеки (HQ) (2.10):

$$HQ = \frac{C}{RfC}, \quad (2.10)$$

де: C – фактична (або прогнозна) концентрація, мг/м³; RfC – референтна концентрація, мг/м³.

За визначенням Американського агентства з охорони навколишнього середовища (US EPA), референтна концентрація – це концентрація небезпечної речовини, котра за щоденного впливу з високою ймовірністю не викличе негативних змін у стані здоров'я, включаючи віддалені наслідки і вплив на потомство, у населення, у тому числі і в чутливих групах.

За комбінованого впливу кількох речовин із одним і тим же шляхом надходження та які впливають на одну систему або орган, визначали індекс небезпеки (HI) (2.11):

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_i,$$

де : $HQ_1, HQ_2 \dots HQ_i$ – коефіцієнти небезпеки окремих речовин.

Еколого-гігієнічна оцінка небезпеки відходів та продуктів механічної переробки вторинних полімерів, без та зі стадією механічної активації, на компоненти біосфери. Оцінку фітотоксичної дії відходів (шлам) механічної переробки сумішей полімерних відходів, які були вилучені із твердих побутових відходів, на вищі рослини провели дослідження вегетаційними методами згідно методик викладених у МВВ 31-497058-015-2003, ISO 17402-2008, ISO 17126-2005a, ISO 22030:2005b, ISO 11269-1:2012a, ДСТУ 4770.1:2007 - ДСТУ 4770.9:2007 [480-493]. Об'єкт дослідження - відходи механічної переробки сумішей полімерів, представлені шламом після промивки подрібнених полімерів, який містив частинки від 0,5 мм до 2,7 мм полімерів різного складу від 87,3 % до 92,6 % від загальної кількості, разом із залишками паперових етикеток від 7,4 % до 12,6 % від загальної кількості. Забруднення досліджуваних зразків оцінювали за шкалою ISO 11269-2:2012b, ДСТУ ISO 16198:2017 [494,495].

Підготовлені зразки:

- контрольний субстрат - промитий пісок гранулометричного складу: 10 % частинок, більших від 0,6 мм, 80 % між 0,2 мм та 0,6 мм і 10 % - менших від 0,2 мм.
- ростовий субстрат (суміш контрольного субстрату зі шламом) із винесенням досліджуваного шламу в кількості: 10 г/кг; 100 г/кг; 500 г/кг, 1000 г/кг;
- «умовно чистий» ґрунт – ґрунт з Галицького національного парку Галицького району Івано-Франківської області територія, котра належить до заповідного фонду та екологічно-чистого регіону Прикарпаття;
- шлам від переробки сумішей полімерних відходів.

У зразки висівають по 30 шт підготовленого насіння за [493] та пророщують за відповідних умов протягом від 3 до 5 діб (залежно від виду рослин).

Після пророщування насіння підраховують кількість проростків в контрольних і дослідних зразках і вираховується відсоток зниження числа пророслого насіння в дослідних групах у порівнянні з контрольними.

Види рослинна яких проведено біотестування: крес-салат (*Lepidium sativum* L.), гірчиця (*Sinapis alba* L.), пшениця (*Triticum aestivum*), кукурудза (*Zea mays* L.), соя (*Glycine* L.), ячмінь (*Hordeum vulgare* L.).

Оцінка фітотоксичності зразків проводилась за встановленням різниці між кількістю пророслого насіння, величиною довжини стебла та коренів рослини вирощених у дослідних та контрольних зразках. Так, якщо різниця не перевищує 10 %, то такий зразок вважається екологічно чистим. Зниження числа проростків в дослідженому варіанті в порівнянні з контрольним від 10 % до 30 % свідчить про слабку фітотоксичність. Різниця від 30 % до 50 % вказує на середній ступінь фітотоксичності, а різниця вища за 50 % - на високий (недопустимий) ступінь фітотоксичності досліджуваного зразка.

Дослідження вмісту важких металів (Pb, Cu, Cd, Zn, Ni) провели атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі типу КАС-120.1 з електротермічною атомізацією хімічних елементів. Принцип методу полягає в екстракції металів HNO_3 із досліджуваних зразків і вимірювання величини атомного поглинання металів при використанні ламп типу ЛТ-2. Чутливість методу становить 0,05-0,001 мг/дм³ у залежності від хімічного елемента, який досліджується. Розрахунки вмісту кожного хімічного елемента у підготовлених пробах проводили за результатами трьох вимірювань. Підготовку проб рослинного матеріалу, вирощеного у чашках Петрі на шлам, «умовно чистому» ґрунті та контрольному субстраті для визначення вмісту сполук важких металів проводилась методом сухого озолування – прожарювання проб у муфелі та подальшою обробкою розчином азотної кислоти та у відповідності до МВВ 081/12-0009-01 (сполук свинцю), МВВ 081/12-0117-03 (сполук нікелю), МВВ 081/12-0012-01 (сполук хрому), МВВ 081/12-0013-01 (сполук цинку) [496-499].

Оцінка впливу на біологічну активність ґрунту утворених відходів та продуктів переробки вторинних полімерів виконана на основі результатів зміни мікробіологічних показників (чисельності грибів КУО/г) та реакції ґрунтової мікрофлори (сапротрофних ґрунтових бактерій КУО/г) проведено згідно МР 2609-82 [500].

Оцінку токсичності методом біотестування на гідробіонтах *Daphnia magna* St. і *Paramecium caudatum* виконано за ДСТУ 4173:2003 (ISO 6341:1996) (гостра дія) [501] та ДСТУ 4174:2003 (ISO 10706:2000) (хронічна дія) [502].

Вибрані стандартні тест-об'єкти, на яких зазвичай проводяться дослід з визначення токсичності води – це переважно гіллястовусі ракоподібних *Daphnia magna*, які відрізняються досить високою чутливістю до токсикантів. Для них проведено дослідження з гострої ДСТУ 4173:2003 [501], що відповідає міжнародному стандарту ISO 6341:1996, MOD та хронічної ДСТУ 4174:2003 (ISO 10706:2000, MOD) токсичності хімічних речовин та води [502].

Біотестування провели на основі кількості активних та іммобілізованих *Daphnia magna* для визначення гострої (на 3-тю добу) та довготривалої хронічної (на 24-ту добу) токсичності. Використали молодих дафній віком до 24 год. У скляні посудини наливали по 500 мл досліджуваних розчинів та поміщали по 20 екз. молодих дафній. Повторність дослідів – триразова. Тривалість експозиції за оптимальних умов (за сталої температури $20\pm 2^\circ\text{C}$) складала 96 год для встановлення гострої токсичності та 24 доби для хронічного експерименту. Облік дафній, що вижили, проводили через 24, 48, 96 год та через 24 доби. Тест-система вважалася гостротоксичною, якщо загибель тест-організмів за 96 годин становила 50 % і більше. Методика базувалась на встановленні різниці між кількістю загиблих дафній в аналізованій тест-системі (зразку) і у контролі. Критерієм гострої летальної токсичності у досліді є загибель 50% дафній і більше протягом 96 год.

Індекс токсичності досліджуваних зразків розраховували за формулою [501]:

$$I_T = ((I_k - I_0)/I_k) \times 100 \% \quad (2.12)$$

де I_T — індекс токсичності, %; I_k — кількість активних дафній в контрольному зразку; I_0 — кількість активних дафній у досліджуваному зразку. Індекс токсичності не повинен перевищувати 50% незалежно від тест-об'єктів, що використовуються [502,503]. Якщо ж його значення більше за 50 %, то рівень забруднення вважаються небезпечними для водного середовища. Відносну

кількість дафній, що дали потомство, та іммобілізованих, у тому числі загиблих особин визначали, враховуючи загальну чисельність організмів у кожній групі за їх формування ($n = 20$).

Оцінку водно-міграційної небезпеки утворених відходів та продуктів переробки вторинних полімерів (ОВМПб і ОВМПв) проведено за СП 2.1.7.1386-03 [503], підготовку проб виконали за ДСТУ 7534 – водна витяжка [504], МВВ 081/12- 0787-11 – рухомі форми [505], дослідження вмісту металів методом атомно-емісійної спектрометрії за ДСТУ ISO 11885:2005 [507] та U.S. EPA Method 6010B [508].

2.3 Статистична обробка отриманих результатів

Статистичну обробку отриманого в результаті досліджень цифрового матеріалу здійснювали з використанням статистичних методів (з розрахунком мінімальних (min) і максимальних (max) значень, середнього значення (M), середньоквадратичного відхилення (σ)), математичного моделювання і теорії ймовірності (з використанням ліцензійних програмних продуктів StatSoft STATISTICA 10.0.1011.0 («Statsoft», США) і MathCAD 14)) [509].

Всі дослідження, включені в роботу, виконані власне автором або за його особистої участі.

Узагальнена інформація про програмо-цільову організацію проведення досліджень наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика, об'єкти та обсяги досліджень

Матеріали досліджень	Обсяг
1. Вивчення, аналіз і встановлення відповідності національного санітарного, екологічного та містобудівного законодавства в сфері поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери європейському та міжнародному:	81
Кодекси України – 3; Закони України - 16; постанови Кабінету Міністрів України – 18; накази МОЗ, Держсанепідслужби України, Мінрегіону України, ДСТУ, СНіП –21; Директиви ЄС - 14; регламенти ЄС – 12.	

Матеріали досліджень	Обсяг
<p>2. Оцінка санітарно-гігієнічної та біологічної безпеки продуктів та відходів механічної переробки вторинних полімерів, із (без) механічної активації:</p> <p>- визначення санітарно-хімічних показників продуктів переробки та відходів процесів механічної переробки вторинних полімерів: фітотестування – 96 зразків (2052 визн.); вплив на ґрунтову мікробіоту – 42 зразки (1008 визн.); тестування на гідробіонтах – 42 зразки (504 визн.); вміст рухомих форм важких металів – 42 зразки (128 визн.); кількісний та якісний аналіз водних і буферних витяжок – 282 зразки (1974 визн.); розрахунок ОВМП_в та ОВМП_б – 282 зразки (564 визн.)</p>	4730
<p>3. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних відходів із / без включення стадії механічної активації:</p> <p>- аналіз даних натурних досліджень стану забруднення атмосферного повітря (форма №329/0) в зоні розміщення виробництв із переробки вторинної полімерної сировини (дослідження лабораторних центрів МОЗ України) 560 вимірів;</p> <p>- визначення концентрації хімічних речовин у повітрі робочої зони: формальдегід, ацетальдегід, аміак, оцтова кислота, мурашина кислота, оксид вуглецю, метилметакрилат, етилен, пропілен, оксид етилену, стирол, бензол, бензальдегід, толуол, фенол, етилбензол, пил: поліпропілен, поліетилен, поліетилентетрафталат, полівінілхлорид, полістирол, поліамід – 318 вимірів.</p>	878
<p>4. Дослідження та санітарно-гігієнічна характеристика умов праці операторів механічної переробки вторинної полімерної сировини:</p> <p>- визначення: температури (160 вимір.), відносної вологості (80 вимір.), швидкості руху повітря (80 вимір.); теплового випромінювання від обладнання (120 вимір.); рівнів освітлення (124 вимір.), шуму та вібрації (600 вимір.), концентрації хімічних речовин у повітрі робочої зони (740 вимір.).</p> <p>- оцінка важкості (52 вимір.), та напруженості (72 вимір.), трудового процесу, хронометраж (120 вимір.), гігієнічна оцінка умов праці – 5 карт.</p>	2033
<p>5. Оцінка неканцерогенного ризику для здоров'я населення</p>	724
<p>6. Оцінка сорбційних властивостей продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини з метою застосування для вилучення нафти із поверхні води (974 вимір.) та водо-нафтових сумішей (78 вимір.) та зміну властивостей у середовищі рослинних ПАР (632 вимір.).</p>	1684
<p>7. Комплексна еколого-гігієнічна оцінка композицій наповнених механічно переробленими полімерами:</p> <p>- визначення фізичних властивостей (4479 вимір.), хімічний аналіз водорозчинних продуктів із полімерних композицій (670 вимір.).</p>	5149
<p>8. Розробка структури гнучкої виробничої системи переробки відходів полімерів із урахуванням санітарно-гігієнічних і екологічних вимог та імплементації рекомендацій директив ЄС:</p> <p>- аналіз технологій поводження з відходами полімерів: сортування – 4; спалювання - 57; розкладання - 15; механічна переробка - 35; розчинення - 14; термоформування - 26; отримання багатокомпонентних систем - 15; виробництво будівельних матеріалів - 36; виробництво дорожнього покриття – 28.</p>	198

РОЗДІЛ 3

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВ ІЗ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ НА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА УМОВИ ПРОЖИВАННЯ НАСЕЛЕННЯ (експериментальні дослідження)

3.1 Гігієнічна оцінка традиційної технології механічної переробки вторинної ПЕТФ-пляшки

У процесі проведення санітарно-епідеміологічної оцінки технології роботи досліджуваного процесу механічної переробки вторинної ПЕТФ-пляшки було встановлено наступне. На промисловому майданчику ТзОВ «Екосонік-вест» здійснює переробку полімерної вторинної сировини – ПЕТФ-пляшок у флекси. Виробничий майданчик ТзОВ «Екосонік-вест» розміщений в південно-східній частині м. Івано-Франківська за адресою: 76008, Івано-Франківська обл., м. Івано-Франківськ, вул. Є. Коновальця, 267 А.

Згідно з актом санітарно-епідеміологічного обстеження від 14.07.2018 р. ГУ Держпродспоживслужби у Івано-Франківській обл., земельна ділянка підприємства ТзОВ «Екосонік-вест» обмежена:

- на півночі – з територією складських приміщень, що не використовуються за призначенням в зв'язку з фізичною зношеністю (48 м);
- на сході – з проїжджою частиною (93 м) вул. Січинського та землями загального призначення;
- на півдні – із територією складських приміщень, що не використовуються за призначенням у зв'язку з фізичною зношеністю (57 м);
- на заході – з проїжджою частиною (106 м) та шиномонтажем за адресою Є. Коновальця, 318 (147 м).

Згідно з Додатком № 4 до ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» (затверджені наказом МОЗ від 19.06.1996 р. № 173, зареєстрованому в Мін'юсті 24.07.2006 р. за № 379/1404 та із змінами і доповненнями, згідно наказу Міністерства охорони здоров'я України від 2 липня 2007 року № 362), розмір нормативної санітарно-захисної

зони (СЗЗ) для ТзОВ «Екосонік-вест» формується основним виробничим процесом – переробка вторинної полімерної сировини, а також допоміжними технологічними підрозділами, і складає 50 м для виробництв виробів із пластичних мас та синтетичних смол (тільки механічна обробка). Нормативна СЗЗ допоміжних ділянок підприємства складає 50-100 м, як для виробництв 4-5 класу небезпеки згідно з ДСП 173-96 [478].

Нормативна СЗЗ витримується, оскільки виробництво розташовано в промисловій зоні м. Івано-Франківська. За інформацією, наданою в акті санітарно-епідеміологічного обстеження від 14.07.2018 року, мінімальна відстань до житлової забудови від найближчих джерел викидів основного виробництва становить:

- в північному напрямку – двоповерхова приватна садиба по вул. Є. Коновальця, 283 – на відстані 420 м від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки);

- в північно-східному напрямку - п'яти поверховий житловий будинок по вул. Є. Коновальця, 264 А – на відстані 530 м від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки);

- в східному напрямку – одноповерхова приватна садиба по вул. Є. Коновальця, 246 – на відстані 270 м від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки);

- в південно-східному напрямку – двоповерхова приватна садиба по вул. Є. Коновальця, 293 – на відстані 370 м від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки);

- в західному напрямку – одноповерхова приватна садиба Є. Коновальця, 250 – на відстані 240 м від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки);

- в північно-західному напрямку – двоповерхова приватна садиба по вул. Січинського, 9А – на відстані 710 м від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки).

Виробнича потужність ТзОВ «Екосонік-вест» складає 1,04 тис. т/рік із механічної переробки ПЕТФ-пляшки в пластівці.

Режим роботи – однозмінний, денний, впродовж 150 діб/рік (1200 год/рік).

До складу пластівців із ПЕТФ-пляшки суміші входять інертний полімерний матеріал - поліетилентетрафталат. Переробку ПЕТФ-пляшок здійснюють на спеціальному виробничому устаткуванні – лінії з механічної переробки полімерних матеріалів виробничою потужністю 300 кг/год ($\pm 10\%$), 2400 кг за зміну (враховуючи технологічні зупинки) ± 340 кг, залежно від якості вихідної сировини, наявності включень тощо.

Основні характеристики лінії переробки вторинної ПЕТФ-пляшки (табл. 3.1): 1) транспортер для подачі сировини; 2) обдирач етикеток – 2 шт; 3) сортувальний транспортер; 4) промивний шнек; 5) дробарка 600 мм×1000 мм; 6) флотаційна ванна; 7) гаряча мийка з реагентами; 8) агрегат для полоскання; 9) центрифуга динамічна – 3 шт; 10) центрифуга статична; 11) система повітряної класифікації з сушаркою; 12) система насипання в тару – пакувальна станція; 13) парогенератор; 14) шафи керування; 15) допоміжне обладнання. Технологічне обладнання відповідало вимогам, що пред'являються територіальними підрозділами Міністерства розвитку громад та територій України (Мінрегіону) та Міністерства енергетики та захисту довкілля України (Мінприроди) при введенні в експлуатацію.

Таблиця 3.1.

Технологічні характеристики ліній переробки вторинних ПЕТФ-пляшок

Показник	Величин показника
Продуктивність по вхідній сировині	300 кг/год ($\pm 10\%$)
Сумарна потужність	до 183 кВт ($\pm 12\%$)
Споживана потужність	до 70 %
Номінальна напруга	380 В
Частота струму	50 Гц
Споживання води	6,65 м ³ /год ($\pm 12\%$)
Норма витрати миючого засобу	6,4 кг/т ($\pm 10\%$)
Відходи	від 5,3 % до 11,4 %

Спресована ПЕТФ-пляшка потрапляє на територію промислового майданчика автотранспортом та розвантажується на спеціально відведеній для цього ділянці під навісним укриттям.

Миючі засоби в полімерних мішках привозять на підприємство автотранспортом і розвантажують у складське приміщення суміжне з потужностями основного виробництва.

Вторинну сировину завозять у виробниче приміщення погрузчиком – електроавтокаром та вивантажують у бак-приймач із якого сировина потрапляє транспортером у обдирач етикеток, потім у дробарку, з неї на стадії промивки, висушування і аспірації. Температура миття та промивки не перевищує 75 °С, мийні засоби автоматично дозуються ваговим дозатором. Весь процес переробки автоматизовано та для його забезпечення використовують лише електричну енергію. На стадії вивантаження готової продукції, висушування та аспірації утворюється полімерний пил, що вловлюється вакуумним повітровідсмоктувачем та подається на агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М для очищення (ККД 99,3 %). Осаджений полімерний пил збирається у полімерні мішки та згідно договору від 01.06.2018 р. №173/06-18 відправляється в якості наповнювача для виробництва асфальтних дорожніх сумішей на ТзОВ "Перший асфальтний завод" м. Івано-Франківськ. Просушений перероблений полімерний матеріал подається в зону вивантаження через установку наповнення біг-бегів на раму для біг-бегів. Упаковані біг-бени відвантажуються електроавтокаром і складуються в складському приміщенні прилеглому до приміщення процесу переробки.

Входи-виходи із приміщення переробки обладнано повітряними завісами, для оптимізації параметрів мікроклімату. Для обігріву приміщення в холодну пору року використовують опалювальну піч типу булеріан, потужністю 18 кВт/год, яка працює на твердому паливі (дровах).

Підприємством утворюються власні виробничі та побутові відходи, поводження з якими проводять із дотриманням вимог санітарного законодавства: ДСанПіН 145-11 «Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць» (наказ МОЗ від 17.03.2011 р. № 145), відповідно до укладених угод із спеціалізованими підприємствами.

Організація виробничого процесу та використання автоматизованого обладнання процесу переробки ПЕТФ-пляшок забезпечує дотримання нормативних вимог до умов праці персоналу (ДСН 3.3.6.037-99 «Державні

санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної і локальної вібрації», ДСТ (ГОСТ) 12.2.00-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ДСТ (ГОСТ) 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ДСТ (ГОСТ) 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»).

Оцінка впливу викидів на стан атмосферного повітря здійснюється за даними результатів розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Відповідно до ОНД-86 (п.5.21) [477] для пришвидшення і спрощення розрахунків приземних концентрацій в атмосферному повітрі розглядаються тільки ті забруднюючі речовини, для яких виконується умова:

$$M/GDK > \Phi \quad (3.1)$$

де M – сумарне значення викидів від усіх джерел, г/с;

GDK (мг/м³) – максимальна гранично допустима концентрація;

H (м) – висота джерел викидів.

$\Phi = 0,01 H$ – за висоти викиду $H > 10$ м;

$\Phi = 0,1$ – за висоти викиду $H \leq 10$ м.

Згідно з наданими матеріалами, на території промислового майданчика ТзОВ «Екосонік-вест» розміщено 2 організованих джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Джерела викиду представлені трубою димаря цеху переробки полімерів та агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М. Висота джерел викиду менша 10 м ($H < 10$). Від яких в атмосферне повітря надходять забруднювальні речовини в кількості 8,81157 т/рік, у т.ч. включно з парниковими газами (т/рік): речовини у вигляді полімерного пилу – 0,094; діоксид азоту - 0,00472; оксид азоту – 0,000156; вуглецю оксид – 0,16244; вуглецю діоксид – 8,476; неметанові леткі органічні сполуки – 0,04641; метан – 0,01547; сажа – 0,012376. Частка парникових газів, які формують валовий викид забруднювальних речовин на промисловому майданчику ТзОВ «Екосонік-Вест» складає 99,4 %.

Результати проведення розрахунків доцільності використання розрахунків розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин, за програмою

«ЕОЛ-плюс», що погоджена Мінприроди України (лист від 22.05.2003 р. № 5185/18-10) та реалізує програмне забезпечення ОНД-86 [477], наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Обґрунтування доцільності виконання розрахунків розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин, за програмою «ЕОЛ-плюс» для підприємства з переробки вторинної ПЕТФ-пляшки «Екосонік-Вест»

Джерело викидів забруднюючої речовини	Назва забруднюючої речовини	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	Річний викид, т/рік	Сумарне значення викидів, М, г/с	Значення $\Phi = M/GDK$	Доцільність проведення розрахунків розсіювання програмою «ЕОЛ плюс»
Труба димаря цеху переробки полімерів	Оксид вуглецю	5	0,162435	0,00515078	$0,00515078/5 = 0,000103 < 0,1$	Ні
	Діоксид азоту	0,2	0,004719	0,000014964	$0,000014964/0,2 = 0,00007482 < 0,1$	Ні
	Неметанові леткі органічні сполуки	1,0	0,04641	0,00147165	$0,00147165/1 = 0,00147165 < 0,1$	Ні
	Метан	50	0,01547	0,00049055	$0,00049055/50 = 0,000009811 < 0,1$	Ні
	Оксид азоту	0,4	0,000156	0,00000495	$0,00000495/0,4 = 0,000012375 < 0,1$	Ні
	Сажа	0,15	0,012376	0,00039244	$0,00039244/0,15 = 0,002616266 < 0,1$	Ні
	Вуглекислий газ	-	8,476	0,268772196	$0,268772196/-$	Ні
Пилевловлювач ЗИЛ-900М	Полімерний пил	0,5	0,094	0,00298072	$0,00298072/0,5 = 0,00596144 < 0,1$	Ні

Відповідно до п. 5.21 ОНД-86 [477], зважаючи на результати перевірки доцільності розрахунків розсіювання забруднюючих речовин, необхідності у визначенні приземних концентрацій на ЕОМ за програмою «ЕОЛ-плюс» – немає.

Для визначення фактичного стану забруднення атмосферного повітря в районі впливу підприємства були проведені інструментальні дослідження концентрацій забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери від існуючих джерел викидів цих речовин.

За результатами натурних (підфакельних) досліджень атмосферного повітря проведених фахівцями ДУ Державна установа "Івано-Франківський

обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України" (протоколи від 06.09.2020 р. № 117/20, від 03.11.2020 р. №№ 152-153/20) максимальний фактичний вміст забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери на межі проектної 50 метрової СЗЗ складає:

- на відстані 50 м у північному напрямку від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки):

- вуглецю оксид - 0,18 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,23 частки ГДК;
- пил полімерний - 0,043 частки ГДК;

- на відстані 50 м від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки) в східному напрямку:

- вуглецю оксид - 0,21 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,26 частки ГДК;
- пил полімерний - 0,076 частки ГДК;

- на відстані 50 м у південному напрямку від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки):

- вуглецю оксид - 0,26 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,29 частки ГДК;
- пил полімерний – 0,038 частки ГДК;

- на відстані 50 м у західному напрямку від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки):

- вуглецю оксид - 0,23 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,25 частки ГДК;
- пил полімерний - 0,054 частки ГДК, що не перевищують гігієнічних

нормативів повітря населених місць і відповідають вимогам чинного санітарного законодавства України РД 52.4.186-89 [510], ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ [511].

У таблиці 3.3 наведено результати натурних (під факельних) досліджень забруднення атмосферного повітря на відстанях 15 м, 25 м та 50 м від підприємства з переробки вторинної ПЕТФ-пляшки [512 -517].

Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу процесу переробки вторинної ПЕТФ-пляшки механічним на різних відстанях від джерел викидів (за матеріалами натурних досліджень ДУ «Івано-Франківський лабораторний центр МОЗ України»)

Забруднюючі речовини	Визначені концентрації забруднюючих речовин в атмосфері в долях ГДК на різних відстанях від джерел викидів (м)			
	Викиди, т/рік <u>мін.-макс.</u> середн.	<u>C_{мін}-C_{макс}</u> M±m		
		15 м	25 м	50 м
Вуглецю оксид	<u>0,096-0,162</u> 0,129±0,248	<u>0,437-0,587</u> 0,497±0,059	<u>0,387-0,523</u> 0,4598±0,57	<u>0,223-0,413</u> 0,309±0,066
Азоту діоксид	<u>0,0024-0,0047</u> 0,00343±0,0009	<u>1,675-2,325</u> 1,824±0,346	<u>0,825-1,054</u> 0,919±0,086	<u>0,232-0,294</u> 0,254±0,024
Полімерний пил	<u>0,052-0,094</u> <u>0,735±0,015</u>	<u>0,064-0,102</u> 0,085±0,0013	<u>0,055-0,091</u> 0,071±0,0012	<u>0,032-0,076</u> 0,0414±0,006
ΣПЗ/ГДЗ, ГДЗ [40]		1,14	0,83	0,66

Під час проведення гігієнічної оцінки впливу процесу переробки вторинної ПЕТФ-пляшки механічним методом натурними дослідженнями встановлено, що максимальні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі розміщення промислової площадки виробництва становили:

- на відстані 15 м: оксиду вуглецю – до 0,587 ГДК, діоксину азоту – до 2,325 ГДК, полімерного пилу – до 0,102 ГДК;

- на відстані 25 м: оксиду вуглецю – до 0,523 ГДК, діоксину азоту – до 1,054 ГДК, полімерного пилу – до 0,091 ГДК;

- на відстані 50 м: оксиду вуглецю – до 0,413 ГДК, діоксину азоту – до 0,294 ГДК, полімерного пилу – до 0,076 ГДК;

Сумарні показники фактичного забруднення атмосфери, розраховані за максимальними концентраціями усіх забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі промислової площадки процесу переробки вторинної ПЕТФ-пляшки (табл. 3.3), становили: на відстані 15 м - 1,14 ГДЗ, на відстані 25 м – 0,83 ГДЗ, на відстані 50 м – 0,66 ГДЗ, що оцінюється як слабо небезпечний рівень забруднення.

Отже за розрахунками середні концентрації специфічних забруднюючих речовин (полімерного пилу, азоту діоксиду та вуглецю оксиду) в атмосфері в районі розміщення промислової площадки процесу переробки вторинної ПЕТФ-пляшки на межі нормативної СЗЗ у 50 м не перевищували гігієнічні нормативи цих речовин та відповідали вимогам п. 5.4 ДСП № 173-96 [478] (рис. 3.1).

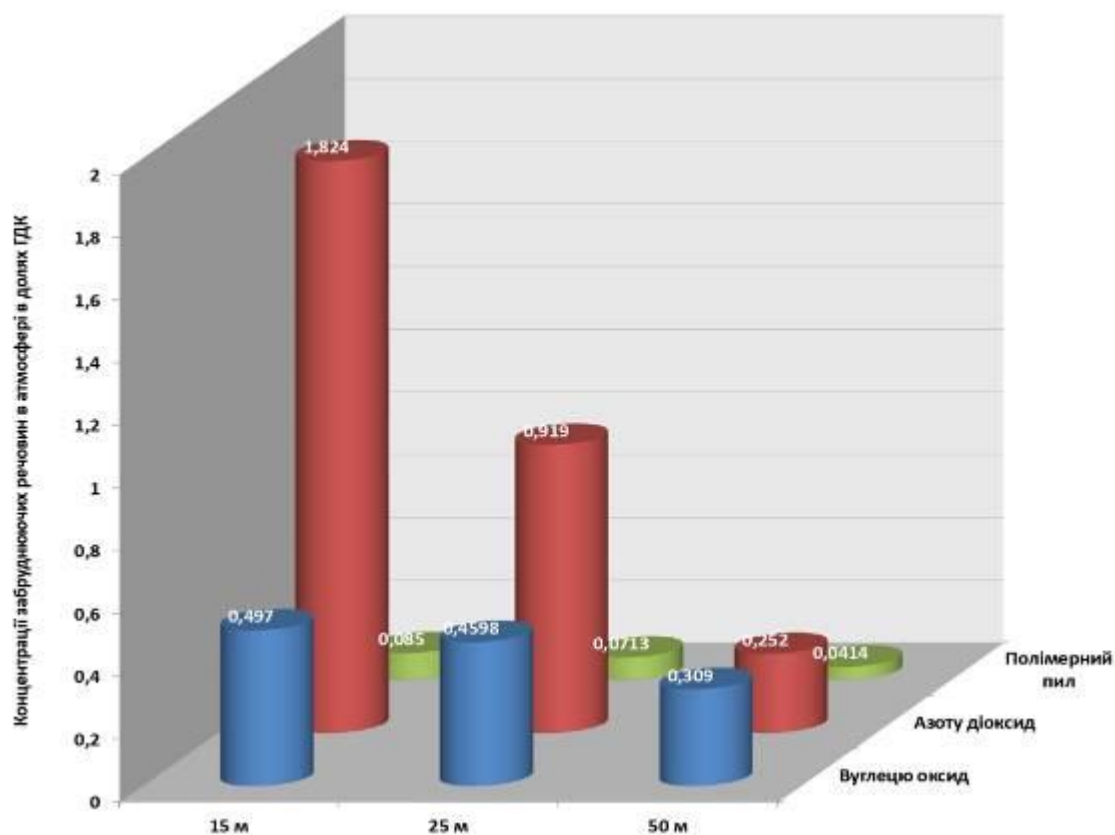


Рисунок 3.1 – Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу процесу механічної переробки вторинної ПЕТФ-пляшки

За матеріалами натурних досліджень атмосферного повітря, проведених ДУ «Івано-Франківський лабораторний центр МОЗ України» в районі впливу промислової площадки механічного процесу переробки вторинної ПЕТФ-пляшки (таблиця 3.4), встановлено, що на межі нормативного санітарного розриву розміром 50 м забруднення атмосферного повітря полімерним пилом, діоксидом азоту та оксидом вуглецю реєструється на рівні 0,032-0,41 ГДК і не перевищували відповідні гігієнічні нормативи. Рівень сумарного забруднення атмосферного повітря, розрахований за цими даними оцінюється як допустимий (0,71 ГДЗ).

Забруднення атмосферного повітря на межі нормативної СЗЗ у 50 м в зоні впливу процесу механічної переробки вторинної ПЕТФ-пляшки (за матеріалами натурних досліджень ДУ «Івано-Франківський лабораторний центр МОЗ України»)

Концентрації забруднюючих речовин, в частках ГДК			Σ ПЗ ГДЗ
вуглецю оксид	азоту діоксид	полімерний пил	
<u>0,223-0,41</u>	<u>0,23-0,29</u>	<u>0,032-0,049</u>	0,71

Експериментально та розрахунково доведено достатність нормативної санітарно-захисної зони у 50 м для виробництва з переробки вторинної ПЕТФ-пляшки традиційним процесом механічної переробки.

3.2 Гігієнічна оцінка процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації

Перспективним з позиції охорони навколишнього середовища і здоров'я населення є альтернативне використання процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації на заміну механічній переробці вторинної ПЕТФ-пляшки. Запропонована технологія, що основана на процесі механічної переробки ПЕТФ-пляшки, дозволяє переробити усі види полімерної вторинної сировини в готовий продукт та водночас поглиблює й пришвидшує процес переробки використовуючи при цьому меншу кількість стадій переробки, енергетичних та матеріальних ресурсів [511-512].

У процесі проведення санітарно-епідеміологічної оцінки запропонованої технології, що впроваджена на виробничих потужностях вище описаного процесу переробки ПЕТФ-пляшки у флекси ТзОВ «Екосонік-вест».

Виробнича потужність оновленої лінії вторинної переробки полімерів зі стадією механічної активації складає 1,26 тис. т / рік полімерних флексів.

Режим роботи – однозмінний, денний, впродовж 150 діб/рік (1200 год/рік).

До складу флексів із полімерних сумішей входять – ПЕТФ, ПЕНТ, ПЕВТ, ПС, ПП, ПВХ та незначна кількість інших полімерів, що містить полімерна упаковка із ТПВ. Переробку сумішей вторинних полімерів здійснюють на виробничому устаткуванні – лінії з механічної переробки полімерних матеріалів, що додатково оснащена механічним активатором переробленої полімерної сировини. Виробнича потужність устаткування 360 кг/год ($\pm 10\%$), 2880 кг за зміну (враховуючи технологічні зупинки) ± 350 кг, залежно від якості вихідної сировини, наявності включень тощо.

Основні характеристики лінії механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації (табл. 3.5): 1) транспортер для подачі сировини; 2) подрібнювач полімерів на фрагменти заданих розмірів у водному середовищі 600 мм×1000 мм; 3) парогенератор; 4) гаряча мийка з реагентами; 5) агрегат для полоскання; 6) центрифуга динамічна – 3 шт; 7) система повітряної класифікації з сушаркою; 8) механічний активатор; 9) шафи керування; 10) допоміжне обладнання. Технологічне обладнання відповідає вимогам, що пред'являються територіальними підрозділами Міністерства розвитку громад та територій України (Мінрегіону) та Міністерства енергетики та захисту довкілля України (Мінприроди) при введенні в експлуатацію.

Спресована несортована за типом полімерна вторинна сировина з сортувальної станції Івано-Франківського звалища ТПВ потрапляє на територію промислового майданчика автотранспортом та розвантажується на спеціально відведеній для цього ділянці під навісним укриттям.

Миючі засоби (каустична сода) в полімерних мішках привозять на підприємство автотранспортом і розвантажують у складське приміщення суміжне з потужностями основного виробництва.

Технологічні характеристики ліній переробки сумішей вторинних полімерів зі стадією механічної активації

Показник	Величин показника
Продуктивність по вхідній сировині	360 кг/год. ($\pm 8 \%$)
Сумарна потужність	123 кВт ($\pm 16 \%$)
Споживана потужність	до 56,6 % ($\pm 6,4$)
Номинальна напруга	380 В
Частота струму	50 Гц
Споживання води	до 3,1 м ³ /год
Витрати мийного засобу	1,73 кг/т ($\pm 13 \%$)
Відходи	1,8 % ($\pm 0,85$)

Вторинну сировину завозять у виробниче приміщення погрузчиком – електроавтокаром та вивантажують у бак-приймач із якого сировина потрапляє по похилому транспортеру в дробарку в водному середовищі, з неї на стадії промивки, висушування і аспірації, механічної активації. Температура миття та промивки не перевищує 75 °С, мийні засоби автоматично дозуються ваговим дозатором. Весь процес переробки автоматизовано та для його забезпечення використовують лише електричну енергію. На стадії вивантаження готової продукції, висушування та аспірації утворюється полімерний пил, що вловлюється вакуумним повітровідсмоктувачем та подається на агрегат пилевловлюючий ЗІЛ-900 для очищення (ККД 99,3 %). Осаджений полімерний пил збирається у полімерні мішки та згідно договору від 01.06.2018 р. №173/06-18 відправляється в якості наповнювача для виробництва асфальтних дорожніх сумішей на ТЗОВ "Перший асфальтний завод". Просушений перероблений полімерний матеріал подається з механічного активатора в зону вивантаження на раму для біг-бегів. Упаковані біг-бени відвантажуються електроавтокаром у складське приміщення прилегле до процесу переробки.

Входи-виходи із приміщення переробки обладнано повітряними завісами, для оптимізації параметрів мікроклімату. Для обігріву приміщення в холодну

пору року використовують опалювальну піч типу булеріан, потужністю 18 кВт/год, яка працює на твердому паливі (дровах).

Під час функціонування підприємства утворюються власні виробничі та побутові відходи, поводження з якими проводять із дотриманням вимог санітарного законодавства: ДСанПіН 145-11 «Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць», відповідно до укладених угод із спеціалізованими підприємствами.

Організація виробничого процесу та використання автоматизованого обладнання процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації забезпечує дотримання нормативних вимог до умов праці персоналу (ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної і локальної вібрації», ДСТ (ГОСТ) 12.2.00-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ДСТ (ГОСТ) 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ДСТ (ГОСТ) 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»).

Оцінку впливу викидів на стан атмосферного повітря провели за даними результатів розрахунків розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Відповідно до ОНД-86 (п.5.21) [477] для пришвидшення і спрощення розрахунків приземних концентрацій в атмосферному повітрі розглядаються тільки ті забруднюючі речовини, для яких виконується умова формули 3.1.

На території промислового майданчика ТзОВ «Екосонік-вест» розміщено 2 організованих джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Джерела викиду представлені трубою димаря цеху переробки полімерів та агрегатом пилевловлюючим ЗИЛ-900М. Висота джерел викиду менша 10 м ($H < 10$). Від яких в атмосферне повітря надходять забруднювальні речовини в кількості 8,81157 т/рік, у т.ч. включно з парниковими газами (т/рік): речовини у вигляді полімерного пилу – 0,0868; діоксид азоту - 0,00472; оксид азоту – 0,000156; вуглецю оксид – 0,16244; вуглецю діоксид – 8,476; неметанові леткі органічні сполуки – 0,04641; метан – 0,01547; сажа – 0,012376. Частка парникових

газів, які формують валовий викид забруднювальних речовин на промисловому майданчику ТзОВ «Екосонік-вест» складає 99,6 %.

Результати проведення розрахунків доцільності використання розрахунків розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин, за програмою «ЕОЛ-плюс» наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Результати проведення розрахунків доцільності виконання розрахунків розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин, за програмою «ЕОЛ-плюс» для підприємства з переробки вторинної ПЕТФ-пляшки «Екосонік-Вест»

Джерело викидів забруднюючої речовини	Назва забруднюючої речовини	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	Річний викид, т/рік	Сумарне значення викидів, М, г/с	Значення $\Phi = \text{М}/\text{ГДК}$	Доцільність проведення розрахунків розсіювання
Труба димаря цеху переробки полімерів	Оксид вуглецю	5	0,162435	0,00515078	$0,00515078/5=0,000103 < 0,1$	Ні
	Діоксид азоту	0,2	0,004719	0,000014964	$0,000014964/0,2=0,00007482 < 0,1$	Ні
	Неметанові леткі органічні сполуки	1,0	0,04641	0,00147165	$0,00147165/1=0,00147165 < 0,1$	Ні
	Метан	50	0,01547	0,00049055	$0,00049055/50=0,000009811 < 0,1$	Ні
	Оксид азоту	0,4	0,000156	0,00000495	$0,00000495/0,4=0,000012375 < 0,1$	Ні
	Сажа	0,15	0,012376	0,00039244	$0,00039244/0,15=0,002616266 < 0,1$	Ні
	Вуглекислий газ	-	8,476	0,268772196	$0,268772196/-$	Ні
Агрегат пилевловлюючий ЗІЛ-900М	Полімерний пил	0,5	0,0868	0,0027524	$0,0027524/0,5=0,0055048 < 0,1$	Ні

Відповідно до п. 5.21 ОНД-86 [477], зважаючи на результати перевірки доцільності розрахунків розсіювання забруднюючих речовин, необхідності у визначенні приземних концентрацій на ЕОМ за програмою «ЕОЛ-плюс» – немає.

Для визначення фактичного стану забруднення атмосферного повітря в районі впливу підприємства були проведені інструментальні дослідження концентрацій забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери від існуючих джерел викидів цих речовин.

За результатами натурних (підфакельних) досліджень атмосферного повітря проведених фахівцями ДУ Державна установа "Івано-Франківський

обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України" (протоколи від 06.09.2020 р. № 118/20, від 03.11.2020 р. №№ 154-155/20) максимальний фактичний вміст забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери на межі проектної 50 метрової СЗЗ склав:

- на відстані 50 м у північному напрямку від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки):

- вуглецю оксид - 0,18 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,21 частки ГДК;
- пил полімерний - 0,0127 частки ГДК;

- на відстані 50 м від джерела № 1 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки) в східному напрямку:

- вуглецю оксид - 0,20 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,22 частки ГДК;
- пил полімерний - 0,0165 частки ГДК;

- на відстані 50 м у південному напрямку від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки):

- вуглецю оксид - 0,29 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,24 частки ГДК;
- пил полімерний – 0,0253 частки ГДК;

- на відстані 50 м у західному напрямку від джерела № 1 (агрегат пилевловлюючий ЗИЛ-900М) та джерела № 2 (димова труба цеху переробки):

- вуглецю оксид - 0,23 частки ГДК;
- діоксин азоту – 0,22 частки ГДК;
- пил полімерний - 0,0186 частки ГДК, що не перевищують гігієнічних

нормативів повітря населених місць і відповідають вимогам чинного санітарного законодавства України.

У таблиці 3.7 наведено результати натурних (під факельних) досліджень забруднення атмосферного повітря на відстанях 15 м, 25 м та 50 м від підприємства з механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації [512-517].

Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації на різних відстанях від джерел викидів (за матеріалами натурних досліджень ДУ «Івано-Франківський лабораторний центр МОЗ України»)

Забруднюючі речовини	Визначені концентрації забруднюючих речовин в атмосфері в долях ГДК на різних відстанях від джерел викидів (м)			
	Викиди, т/рік <u>мін.-макс.</u> середн.	<u>С_{мін}-С_{мак}</u> M±m		
		15 м	25 м	50 м
Вуглецю оксид	<u>0,073-0,146</u> 0,383±0,413	<u>0,373-0,543</u> 0,444±0,063	<u>0,307-0,447</u> 0,377±0,051	<u>0,18-0,29</u> 0,236±0,0375
Азоту діоксид	<u>0,0017-0,0034</u> 0,0025±0,0006	<u>1,325-1,525</u> 1,383±0,893	<u>0,4-0,7</u> 0,56±0,115	<u>0,21-0,24</u> 0,224±0,01
Полімерний пил	<u>0,022-0,056</u> 0,037±0,0013	<u>0,018-0,029</u> 0,0228±0,0042	<u>0,0153-0,027</u> 0,205±0,0044	<u>0,0127-0,0253</u> 0,189±0,00456
ΣПЗ/ГДЗ, ГДЗ [40]		0,86	0,61	0,48

Під час проведення гігієнічної оцінки впливу процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації натурними дослідженнями встановлено, що максимальні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі розміщення промислової площадки виробництва становили:

- на відстані 15 м: оксиду вуглецю – до 0,543 ГДК, діоксину азоту – до 1,525 ГДК, полімерного пилу – до 0,029 ГДК;
- на відстані 25 м: оксиду вуглецю – до 0,447 ГДК, діоксину азоту – до 0,7 ГДК, полімерного пилу – до 0,027 ГДК;
- на відстані 50 м: оксиду вуглецю – до 0,29 ГДК, діоксину азоту – до 0,24 ГДК, полімерного пилу – до 0,0253 ГДК;

Сумарні показники фактичного забруднення атмосфери, розраховані за максимальними концентраціями усіх забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі промислової площадки процесу переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації (табл. 3.7), становили: на

відстані 15 м - 0,86 ГДЗ, на відстані 25 м – 0,61 ГДЗ, на відстані 50 м – 0,48 ГДЗ, що оцінюється як допустимий рівень забруднення.

Отже за розрахунками максимальні концентрації специфічних забруднюючих речовин (полімерного пилу, азоту діоксиду та вуглецю оксиду) в атмосферному повітрі в районі розміщення промислової площадки процесу переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації, на планованій нормативній СЗЗ у 50 м не перевищували гігієнічні нормативи цих речовин та відповідали вимогам п. 5.4 ДСП № 173-96 [478] (рис. 3.2).

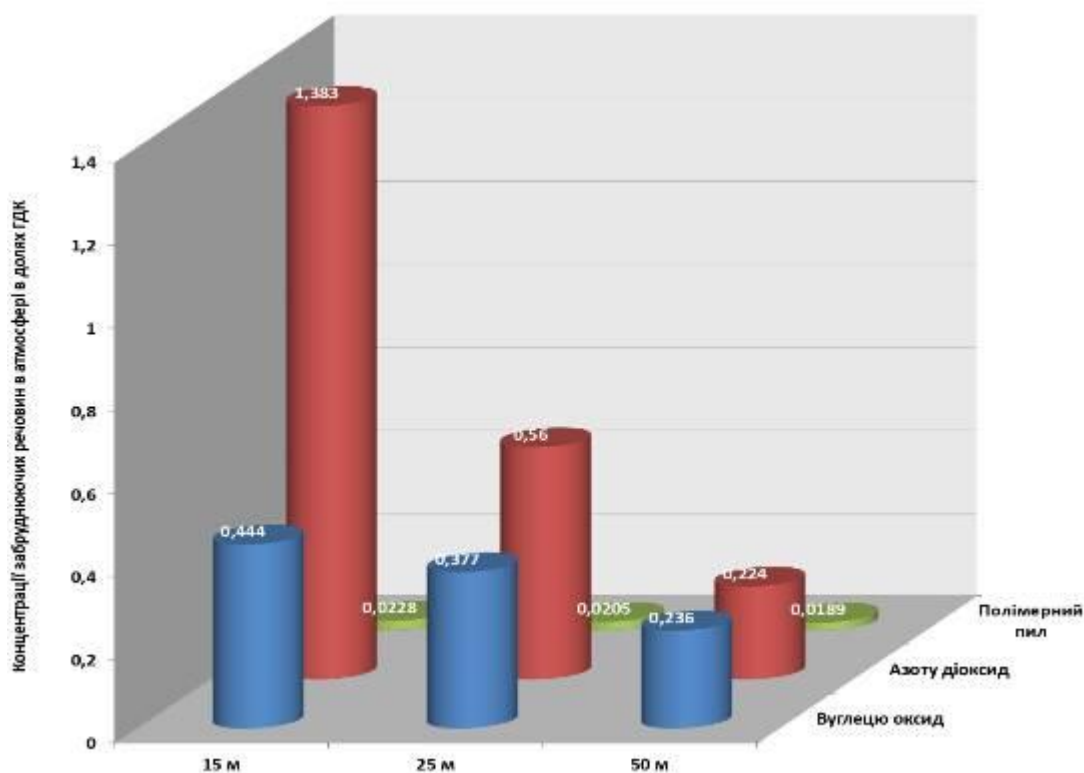


Рис. 2. Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації (натурні спостереження)

За матеріалами натурних досліджень атмосферного повітря, проведених ДУ «Івано-Франківський лабораторний центр МОЗ України» в районі впливу промислової площадки механічного процесу переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації (табл. 3.8), встановлено, що на межі запланованого санітарного розриву розміром 50 м забруднення атмосферного повітря полімерним пилом, діоксидом азоту та оксидом вуглецю реєструється на рівні 0,0127-0,29 ГДК і не перевищували відповідні гігієнічні нормативи.

Рівень сумарного забруднення атмосферного повітря, розрахований за цими даними оцінюється як допустимий (0,43 ГДЗ).

Таблиця 3.8

Забруднення атмосферного повітря на межі нормативної СЗЗ у 50 м в зоні впливу процесу механічної переробки вторинної ПЕТФ-пляшки (за матеріалами натурних досліджень ДУ «Івано-Франківський лабораторний центр МОЗ України»)

Концентрації забруднюючих речовин, в частках ГДК			\sum ПЗ ГДЗ
вуглецю оксид	азоту діоксид	полімерний пил	
0,18-0,29	0,21-0,24	0,0127-0,025	0,261

Експериментально та розрахунково доведено достатність санітарно-захисної зони у 50 м, і її може бути зменшено, для виробництва з механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації та віднесення даного виробництва до 5 класу небезпеки виробничої діяльності.

3.3 Порівняльна гігієнічна оцінка механічної переробки вторинної полімерної сировини за традиційною технологією та зі стадією механічної активації

Проведено порівняння двох технологій переробки вторинної полімерної сировини яким встановлено, що технологія переробки полімерів зі стадією механічної активації має на чотири операції менше ніж традиційна та дозволяє виключити з процесу переробки стадії: сортування за кольором і типом; видалення кілець, корків із пляшок та ємностей; флотацію; повторне подрібнення; промивку від мийних засобів. У результаті зменшення кількості стадій переробки розроблена нами технологія має вищу продуктивність із переробки полімерної сировини на 20,25% ($\pm 10,125$), менші обсяги: сумарної - на 49,76 % ($\pm 0,06$) і спожитої на 65,3 % ($\pm 3,6$) потужності електроенергії, кількості спожитої води на 45,505 ($\pm 0,945$), витрат миючих засобів на 73,05 % ($\pm 0,82$), утворених відходів на 77,25 % ($\pm 3,75$) у порівнянні з традиційною технологією механічної переробки ПЕТФ-пляшки (табл. 3.9).

Технічні характеристики ліній механічної переробки вторинної полімерної сировини з та без стадії механічної активації

Показник	Величина показника	
	Традиційна технологія механічної переробки ПЕТФ-пляшок	Технологія механічної переробки сумішей вторинних полімерів із стадією механічної активації
Продуктивність за вхідною сировиною	300 кг/год ($\pm 10\%$)	360 кг/год. ($\pm 8\%$)
Сумарна потужність	183 кВт ($\pm 12\%$)	123 кВт ($\pm 16\%$)
Споживна потужність	65,3 % ($\pm 4,7$)	до 56,6 % ($\pm 6,4$)
Номінальна напруга	380 В	380 В
Частота струму	50 Гц	50 Гц
Споживання води	6,65 м ³ /год ($\pm 12\%$)	до 3,1 м ³ /год
Витрати миючого засобу	6,4 кг/т ($\pm 10\%$)	1,73 кг/т ($\pm 13\%$)
Відходи	7,5 % ($\pm 2,5$)	1,8 % ($\pm 0,85$)

Аналізуючи результати отриманих експериментальних даних, концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери в зоні впливу виробництва з переробки полімерної вторинної сировини механічним методом зі / без стадією механічної активації (табл. 3.10), встановлено, що процес переробки сумішей вторинної полімерної сировини з використанням стадії механічної активації, є більш гігієнічно безпечним за процес механічної переробки ПЕТФ-пляшки без стадії механічної активації. Зокрема, під час механічної переробки полімерів процесом із використанням стадії механічної активації на межі СЗЗ у 50 метрів атмосферу надходить менше на: 23,625 % ($\pm 18,625$) оксиду вуглецю, 11,8 % ($\pm 6,96$) оксиду азоту та 54,35 % ($\pm 19,3$) полімерного пилу (рис. 3.3). Що зумовлено кращою герметичністю технологічної лінії удосконаленого процесу переробки. Зокрема, подрібненням полімерів відбувається в водному середовищі, лінію переробки завершує герметично обладнаний вакуумним повітровідсмоктувачем апарат механічної активації, що мінімізує надходження полімерного пилу під час вивантаження готової продукції [50,512-517].

Таблиця 3.10

Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу виробництва з переробки полімерної вторинної сировини механічним методом зі та без стадією механічної активації

Забруднюючі речовини	ГДК _{с.д.} для атмосферного повітря, мг/м ³	Клас небезпеки	Визначені концентрації забруднюючих речовин в атмосфері (C _{min} / C _{max} (мг/м ³))/(min/max (частки ГДК) на різних відстанях від джерел викидів					
			Без стадії механоактивації			Зі стадією механоактивації		
			15 м	25 м	50 м	15 м	25 м	50 м
Вуглецю оксид	3,0	4	<u>1,31-1,76</u> 0,437-0,587	<u>1,16-1,57</u> 0,387-0,523	<u>0,67-1,23</u> 0,223-0,41	<u>1,12-1,62</u> 0,373-0,54	<u>0,92-1,34</u> 0,307-0,447	<u>0,54-0,87</u> 0,18-0,29
Азоту діоксид	0,04	2	<u>0,067-0,093</u> 1,675-2,325	<u>0,033-0,042</u> 0,825-1,05	<u>0,0092-0,0116</u> 0,23-0,29	<u>0,053-0,061</u> 1,325-1,525	<u>0,016-0,028</u> 0,4-0,7	<u>0,0084-0,0096</u> 0,21-0,24
Полімерний пил	0,15	3	<u>0,096-0,153</u> 0,64-1,02	<u>0,082-0,137</u> 0,547-0,913	<u>0,048-0,074</u> 0,32-0,493	<u>0,027-0,044</u> 0,18-0,293	<u>0,023-0,041</u> 0,153-0,273	<u>0,019-0,038</u> 0,127-0,253
ΣПЗ/ГДЗ			1,306	0,83	0,41	0,786	0,481	0,261

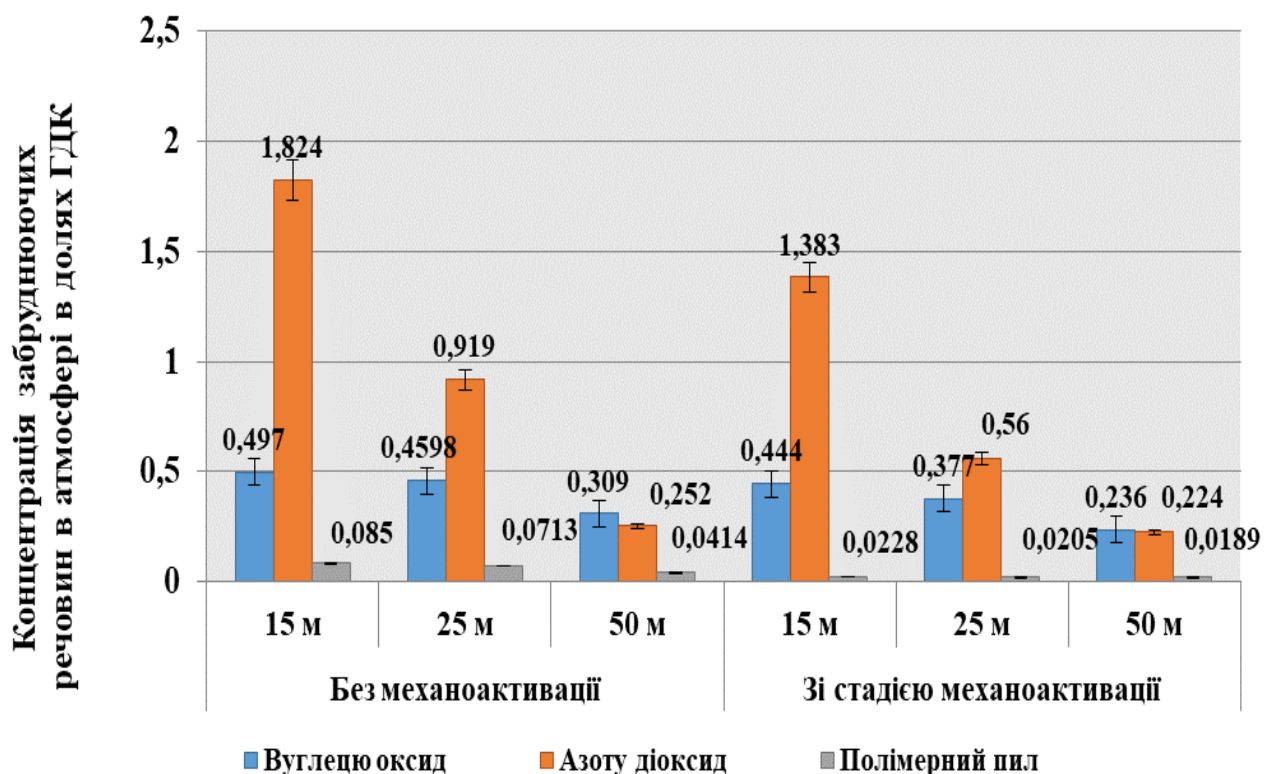


Рисунок 3.3 – Порівняння очікуваного забруднення атмосферного повітря в зоні впливу механічної переробки вторинної полімерної сировини за традиційною технологією переробки ПЕТФ-пляшки та технологією зі стадією механічної активації

3.4 Визначення індексів небезпеки розвитку негативних ефектів у здоров'ї населення залежно від наявності чи відсутності в процесі механічної переробки вторинної полімерної сировини стадії механічної активації

Кожен із способів переробки вторинної полімерної сировини є джерелом викиду забруднюючих речовин. Постійно зростаюча кількість полімерів у ТПВ, а також щорічне збільшення утворення ТПВ в Україні і світі передбачає необхідність детального підходу до вивчення впливу переробки полімерів, що містяться в ТПВ на навколишнє середовище. Найбільш екологічно безпечним процесом переробки вторинних полімерів є їх механічна переробка [17].

Забруднення довкілля у процесі механічної переробки полімерів відбувається за рахунок потрапляння в атмосферне повітря різним за складом та величиною полімерним пилом [63]. Аналіз процесу механічної переробки полімерів виявив, що надходження полімерного пилу відбувається: під час сортування, подрібнення, висушування полімерів та вивантаження отриманих продуктів переробки у тару.

Безпосередньо джерелами надходження полімерного пилу під час виконання технологічних операцій є: лінія сортування; механічний подрібнювач полімерної сировини; камера висушування; рукав вивантаження з механічного активатора; установка для наповнення біг-бегів.

Основними забруднюючими речовинами під час переробки вторинної полімерної сировини традиційною механічною технологією та зі стадією механічної активації є: полімерний пил, оксид вуглецю та діоксин азоту. Згадані речовини мають токсичний вплив на організм людини та гігієнічно нормовані в атмосферному повітрі й в повітрі робочої зони.

За результатами проведених досліджень проведено розрахунок ризику для здоров'я вище згаданих технологій за методикою "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. МР 2.2.12-142-2007" [507] шляхом проведення санітарно-епідеміологічної експертизи з позицій методології оцінки ризику для здоров'я населення з метою попередження їх можливого несприятливого впливу на умови його життєдіяльності [513-515].

Розрахункові максимальні концентрації специфічних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в районі впливу виробництва з механічної переробки вторинної полімерної сировини з та без стадії механічної активації та індекси небезпеки розвитку негативних ефектів на здоров'я населення залежно від відстані до об'єктів переробки наведено у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу виробництва з переробки полімерної вторинної сировини механічним методом зі / без стадією механоактивації та коефіцієнти небезпеки розвитку негативних ефектів у здоров'ї населення

Забруднюючі речовини	Концентрації забруднюючих речовин (min-max (мг/м ³)) / (min - max (частки ГДК)) на різних відстанях від джерел викидів					
	Без стадії механоактивації			Зі стадією механоактивації		
	15 м	25 м	50 м	15 м	25 м	50 м
Вуглецю оксид	<u>1,31-1,76</u> 0,437-0,587	<u>1,16-1,57</u> 0,387-0,523	<u>0,67-1,23</u> 0,223-0,41	<u>1,12-1,62</u> 0,373-0,54	<u>0,92-1,34</u> 0,307-0,447	<u>0,54-0,87</u> 0,18-0,29
<i>HQ</i>	0,437-0,587	0,387-0,523	0,223-0,41	0,373-0,54	0,307-0,447	0,18-0,29
Азоту діоксид	<u>0,067-0,093</u> 1,675-2,325	<u>0,033-0,042</u> 0,825-1,05	<u>0,0092-0,0116</u> 0,23-0,29	<u>0,053-0,061</u> 1,325-1,525	<u>0,016-0,028</u> 0,4-0,7	<u>0,0084-0,0096</u> 0,21-0,24
<i>HQ</i>	1,675-2,325	0,825-1,05	0,23-0,29	1,325-1,525	0,4-0,7	0,21-0,24
Полімерний пил	<u>0,096-0,153</u> 0,64-1,02	<u>0,082-0,137</u> 0,547-0,913	<u>0,048-0,074</u> 0,32-0,493	<u>0,027-0,044</u> 0,18-0,293	<u>0,023-0,041</u> 0,153-0,273	<u>0,019-0,038</u> 0,127-0,253
<i>HQ</i>	0,96-1,53	0,82-1,37	0,48-0,74	0,27-0,44	0,23-0,41	0,19-0,38

За положеннями та рекомендаціями Міжнародної методології оцінки ризику для здоров'я людини, встановлено, якщо розрахований коефіцієнт небезпеки хімічної речовини (*HQ*) не перевищує одиниці, то ймовірність розвитку у здоров'ї людини негативних змін за щоденного впливу цієї сполуки упродовж життя є несуттєвою, і такий вплив характеризується як допустимий; якщо ж якщо розрахований коефіцієнт небезпеки хімічної речовини (*HQ*) перевищує одиницю, то ймовірність виникнення шкідливих зрушень у здоров'ї людини зростає пропорційно збільшенню його величини.

У таблиці таблиці 3.12. наведено класифікацію рівнів неканцерогенного ризику із Міжнародної методології оцінки ризику для здоров'я людини.

Таблиця 3.12

Класифікація рівнів неканцерогенного ризику

Рівень ризику	Коефіцієнт небезпеки розвитку не канцерогенних ефектів (HQ) для окремих сполук
Високий	>3
Насторожуючий	1,1 – 3
Допустимий	0,11 – 1,0
Мінімальний (цільовий)	0,1 і менше

Проаналізувавши результати отриманих величин коефіцієнтів небезпеки хімічних речовин, що наведені в таблиці 3.12, можна виокремити дві сполуки, котрі можуть чинити негативний вплив на здоров'я населення прилеглої до території промплощадки підприємства з механічної переробки вторинної полімерної сировини – оксид азоту та полімерний пил.

Показник коефіцієнту небезпеки, під час гігієнічної оцінки процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини без стадії механоактивації, за максимальної концентрації речовини становив для:

- оксиду азоту на відстанях 15 м та 25 м від джерела викиду – насторожуючий 2,325 та 1,05 відповідно, до кінця 50-ти метрової СЗЗ – допустимий (0,29), із різкою тенденцією до зменшення.

- полімерного пилу на відстані 15 м та 25 м від джерела викиду – насторожуючий 1,53 та 1,37 відповідно, до кінця 50-ти метрової СЗЗ – допустимий (0,74), із тенденцією до зменшення.

Показник коефіцієнту небезпеки, під час гігієнічної оцінки процесу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механоактивації, за максимальної концентрації оксиду азоту на відстані від джерела викиду до кінця 50-ти метрової СЗЗ змінюється від насторожуючого на 15 м (1,525), до допустимого на 25 м (0,7) та 50 м (0,24). Для полімерного пилу та оксиду вуглецю коефіцієнт небезпеки не вийшов за межі допустимого рівня незалежно від відстані від джерел викиду.

Найвищі коефіцієнти небезпеки для оксиду азоту та полімерного пилу встановлені на віддалі 15 метрів від джерела викиду на промисловому майданчику. Для процесу переробки полімерів без стадії механоактивації перевищення за оксидом азоту склало 2,325 ГДК_{с.д.} для атмосферного повітря, а зі стадією механоактивації – 1,525 ГДК_{с.д.} для атмосферного повітря. За полімерним пилом перевищення склало для процесу переробки полімерів без стадії механоактивації 1,02 ГДК_{с.д.} для атмосферного повітря, зі стадією механоактивації – перевищення ГДК_{с.д.} для атмосферного повітря зафіксовано не було.

На межі 50-ти метрової СЗЗ перевищень ГДК_{с.д.} для атмосферного повітря для процесів переробки без / зі стадією механоактивації не виявлено за жодним із досліджуваних компонентів.

За сумарними показниками забруднення атмосфери, розрахованими за максимальними концентраціями специфічних забруднюючих речовин на відстанях для процесу переробки полімерів без стадії механоактивації 15 м - рівень забруднення оцінювався як насторожуючий, а на відстанях 25 та 50 м, як допустимий. Для процесу переробки полімерів зі стадією механоактивації, на всіх відстанях від джерела викиду (15, 25 та 50 м) за сумарними показниками забруднення атмосфери рівень забруднення оцінювався, як допустимий.

Із наведених вище матеріалів можна зробити висновок, що для оцінки впливу забруднення атмосферного повітря у зоні впливу виробництв із переробки вторинної полімерної сировини на здоров'я населення коефіцієнти небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів є більш інформативними, ніж показники забруднення. Так за величиною неканцерогенного ризику забруднююча речовина від виробництва з переробки вторинної полімерної сировини - полімерний пил, є небезпечною для здоров'я людини, хоча максимальні концентрації не перевищували її ГДК_{с.д.} і показник забруднення був меншим за одиницю.

Критичними органами та системами людини, що найбільше зазнають впливу від забруднюючих речовин (полімерний пил, вуглецю оксид, та азоту діоксид), що надходять в атмосферу від виробництв із переробки вторинних полімерів є: органи дихання, серцево-судинна система, печінка, нирки, центральна нервова система і кров.

3.5 Оцінка небезпеки хімічного забруднення атмосферного повітря в районі розташування виробництв механічної переробки вторинних полімерів для прогнозування не канцерогенного ризику для здоров'я населення

Розрахунки ступеня забруднення атмосферного повітря в районі розташування виробництв механічної переробки вторинних полімерів та оцінку його небезпеки для населення провели для специфічних речовин речовин – полімерного пилу, азоту діоксиду та вуглецю оксиду. У табл. 3.13, для досліджуваних речовин, наведено гранично допустимі концентрації в атмосферному повітрі та референтні концентрації впливу за інгаляційного надходження [513,515,518].

Таблиця 3.13

Значення нормативних величин досліджуваних речовин в районі впливу виробництв механічної переробки вторинних полімерів

Речовина	ГДК для атмосферного повітря, мг/м ³	Референтна концентрація, RfC, мг/м ³	Клас небезпеки
Азоту діоксид	0,04	0,04	2
Вуглецю оксид	3,0	3,0	4
Полімерний пил	0,15	0,1	3

Для оцінки забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництв механічної переробки вторинних полімерів із та без стадії механічної активації використовували значення концентрацій забруднюючих речовин, отриманих під час розрахунку очікуваного забруднення (у частках ГДК) та перерахованих у мг/м³ (таблиці 3.14, 3.15).

Як видно із таблиць 3.14-3.15, рівні вмісту в атмосферному повітрі досліджуваних речовин на усіх відстанях від виробництв механічної переробки вторинних полімерів не перевищують установлених гігієнічних нормативів, окрім концентрації оксиду азоту на відстані 15 м.

Концентрації речовин в районі виробництв механічної переробки ПЕТФ-пляшок традиційною технологією

Концентрації речовин (середнє арифметичне, $\pm \sigma$)	Пил полімерний			Азоту діоксид			Вуглецю оксид		
	відстань від джерела викиду, м								
	15	25	50	15	25	50	15	25	50
у частках ГДК	0,085 $\pm 0,0013$	0,071 $\pm 0,0012$	0,0414 $\pm 0,006$	1,824 $\pm 0,346$	0,919 $\pm 0,086$	0,254 $\pm 0,024$	0,497 $\pm 0,059$	0,4598 $\pm 0,57$	0,309 $\pm 0,066$
в мг/м ³	0,124 \pm 0,021	0,113 \pm 0,0003	0,062 \pm 0,0001	0,079 \pm 0,0001	0,037 \pm 0,0001	0,0105 \pm 0,0007	1,505 \pm 0,146	1,403 \pm 0,167	0,875 \pm 0,304

Таблиця 3.15

Концентрації речовин в районі виробництв механічної переробки вторинних полімерів зі стадією механічної активації

Концентрації речовин (середнє арифметичне $\pm \sigma$)	Пил полімерний			Азоту діоксид			Вуглецю оксид		
	відстань від джерела викиду, м								
	15	25	50	15	25	50	15	25	50
у частках ГДК	0,0228 $\pm 0,0042$	0,205 $\pm 0,0044$	0,189 \pm 0,0046	1,383 $\pm 0,893$	0,56 $\pm 0,115$	0,224 $\pm 0,01$	0,444 $\pm 0,063$	0,377 $\pm 0,051$	0,236 $\pm 0,0375$
в мг/м ³	0,0356 \pm 0,0003	0,332 \pm 0,007	0,0297 $\pm 0,006$	0,0535 $\pm 0,001$	0,021 \pm 0,0002	0,0083 $\pm 0,001$	1,376 \pm 0,036	1,166 \pm 0,018	0,698 \pm 0,121

Якщо оцінювати якість атмосферного повітря міст за показниками забруднення (відношення реальних концентрацій сполук до їхніх ГДК з урахуванням класу небезпеки речовини) то, за винятком показників забруднення повітря азотом діоксидом на відстані 15 та 25 м від виробництв з традиційною технологією переробки ПЕТФ-пляшок та на відстані 15 м зі стадією механічної активації, вони не перевищують одиниці (таблиці 3.16-3.17).

Встановлено, що сумарні показники забруднення для виробництва з традиційною технологією переробки ПЕТФ-пляшок становлять: 2,538 на віддалі 15 м, 1,496 на віддалі 25 м та 0,598 на віддалі 50 м від джерела викиду. Для виробництва з механічної переробки вторинних полімерів зі стадією механічної активації отримано сумарні показники забруднення – 1,94 на віддалі 15 м, 0,98 на віддалі 25 м та 0,437 на віддалі 50 м від джерела забруднення (таблиці 3.18-3.19).

Таблиця 3.16

Показники забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництва механічної переробки ПЕТФ-пляшки традиційною технологією

Показники забруднення, ум. од.								
Пил полімерний			Азоту діоксид			Вуглецю оксид		
відстань від джерела викиду, м								
15	25	50	15	25	50	15	25	50
0,085	0,071	0,0414	2,006	1,011	0,279	0,447	0,414	0,278

Таблиця 3.17

Показники забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництва механічної переробки полімерів зі стадією механічної активації

Показники забруднення, ум. од.								
Пил полімерний			Азоту діоксид			Вуглецю оксид		
відстань від джерела викиду, м								
15	25	50	15	25	50	15	25	50
0,0228	0,0205	0,0189	1,518	0,616	0,216	0,399	0,339	0,212

Таблиця 3.18

Сумарний показник забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництва механічної переробки ПЕТФ-пляшки традиційною технологією

Сумарні показники забруднення, ум. од.		
відстань від джерела викиду, м		
15	25	50
2,538	1,496	0,598

Таблиця 3.19

Сумарний показник забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництва механічної переробки вторинних полімерів зі стадією механічної активації

Сумарні показники забруднення, ум. од.		
відстань від джерела викиду, м		
15	25	50
1,94	0,98	0,437

Величини сумарних показників забруднення, отриманих експериментально за встановленими концентраціями специфічних речовин, можна порівняти із сумарним показником забруднення, отриманим за умов наявності у повітрі на рівні гігієнічних нормативів усіх сполук, за якими проведено дослідження. У наших дослідженнях вибрано 3 речовини, і керуючись відповідними гігієнічними нормативними показниками за [507,508] цей показник не має перевищувати 3,05.

Отже, проведений нами аналіз отриманих експериментальних даних, який мав на меті оцінити забруднення атмосферного повітря в районі впливу виробництв з переробки вторинної полімерної сировини механічним способом, показав, що сумарні показники забруднення атмосферного повітря полімерним пилом, азоту діоксидом та вуглецю оксидом не перевищують допустимого рівня забруднення, а ступінь небезпечності даної категорії виробництв оцінюється як безпечний.

Однак, сумарні показники забруднення характеризують лише ступінь забруднення атмосферного повітря забруднюючими речовинами, і лише за величинами їх показників неможливо оцінити безпеку впливу на здоров'я населення.

Тому, для оцінки безпеки впливу на здоров'я населення визначуваних речовин нами розраховано їх неканцерогенний ризик, що дає змогу кількісно оцінити можливий шкідливий вплив на здоров'я людини, що створює забруднення повітря цими сполуками.

Згідно з Міжнародною методологією оцінки ризику [508] проведено розрахунок ризику розвитку неканцерогенних ефектів у здоров'ї людини.

Відомо, що для неканцерогенних речовин існують порогові рівні впливу нижче від яких шкідливі ефекти для здоров'я людини не виникають. Якщо ж спостерігається перевищення порогу впливу, то дія хімічних речовин характеризується широким спектром шкідливих ефектів, який залежить від шляху і тривалості надходження хімічної сполуки в організм та її концентрації. Зі збільшенням дози речовини відбувається зміна і посилення симптомів впливу на організм, залучення у токсичний процес нових органів і систем. Тому під час оцінки ризику прийнято орієнтуватися на той шкідливий ефект, який

виникає під впливом найменшої з ефективних доз, тобто критичний ефект. Органи та системи організму людини, що зазнають негативного впливу під час дії найменшої із ефективних доз, називають критичними (таблиця 3.20).

Таблиця 3.20

Вплив досліджуваних хімічних сполук повітряного середовища на критичні органи та системи людини [479]

Хімічні речовини	Критичні органи та системи (за інгаляційного впливу)
Полімерний пил	очі, органи дихання
Азоту діоксид	органи дихання, кров
Вуглецю оксид	кров, серцево-судинна система, вади розвитку, центральна нервова ситема

Для визначення ризику розвитку неканцерогенних ефектів, як зазначалося вище, лежить порівняння фактичної концентрації хімічної речовини з референтною (безпечною) [479].

Однак, зазначимо, що оцінка ризику за допомогою референтних концентрацій характеризує правдоподібність відсутності шкідливих реакцій, але не встановлює ймовірність розвитку того чи іншого шкідливого ефекту. Так само, перевищення референтної величини не обов'язково викличе розвиток шкідливого ефекту. Але, чим вища доза впливу і чим більше вона перевищує референтну, тим більша ймовірність виникнення шкідливих змін у людському організмі у відповідь на негативний вплив.

Агентство з охорони навколишнього середовища США US EPA запропонувало класифікацію рівнів ризику для здоров'я людини [508], яка конкретизує систему градацій неканцерогенного ризику, зменшує невизначеності під час оцінки сумарного неканцерогенного ризику сполук односпрямованої дії (таблиця 3.20).

Для кількісної оцінки рівня неканцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря хімічними сполуками на різних відстанях від виробництв із механічної переробки вторинних полімерів, провели розрахунки коефіцієнтів небезпеки для кожної зі специфічних речовин та розрахунок індексу небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів для групи сполук односпрямованої дії (табл. 3.21,3.22)

Класифікація рівнів ризику [508]

Рівень ризику	Коефіцієнт небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів (HQ) для окремих сполук	Індекс небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів (HI) для групи сполук односпрямованої дії
Високий	> 3	> 6
Насторожуючий	1,1 – 3	3,1 – 6
Допустимий	0,11 – 1,0	1,1 – 3,0
Мінімальний	0,1 і менше	1,0 і менше

Таблиця 3.21

Коефіцієнти небезпеки забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництва з механічної переробки ПЕТФ-пляшок традиційною технологією

Полімерний пил			азоту діоксид			вуглецю оксид		
відстань від джерела викиду, м								
15	25	50	15	25	50	15	25	50
Коефіцієнт небезпеки (HQ), ум.од.								
0,96-1,53	0,82-1,37	0,48-0,74	1,675-2,325	0,825-1,05	0,23-0,29	0,44-0,59	0,39-0,52	0,22-0,41
Рівень ризику								
насторожуючий		допусти- мий	насторожуючий			допустимий		

Таблиця 3.22

Коефіцієнти небезпеки забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництва з механічної переробки полімерної вторсировини зі стадією механічної активації

Полімерний пил			азоту діоксид			вуглецю оксид		
відстань від джерела викиду, м								
15	25	50	15	25	50	15	25	50
Коефіцієнт небезпеки (HQ), ум.од.								
0,27-0,44	0,23-0,41	0,19-0,38	1,325-1,525	0,4-0,7	0,21-0,24	0,37-0,54	0,31-0,45	0,18-0,29
Рівень ризику								
допустимий			насторо- жуючий		допустимий			

Аналіз розрахунків неканцерогенного ризику дозволяє за величиною коефіцієнта небезпеки виділити з досліджуваних сполук ті, що чинять на здоров'я найбільший негативний вплив як токсиканти – це діоксин азоту та полімерний пил. Згідно з таблицею 4.9, рівень ризику впливу цих сполук на відстані 15 м та 25 м від виробництва без стадії механічної активації розглядається як насторожуючий, на відстані 50 м – допустимий. Рівень неканцерогенного ризику впливу вуглецю оксиду оцінюється в усіх випадках як допустимий (табл. 4.10). Рівень неканцерогенного ризику від виробництва зі стадією механічної активації розглядається як насторожуючий на відстані 15 м (25 м і 50 м – допустимий), для діоксину азоту та на усіх віддалях для полімерного пилу й оксиду вуглецю, як допустимий (табл. 3.22).

Встановлена рекомендаціями US EPA [508] градація рівнів неканцерогенного ризику дає змогу обґрунтувати проведення відповідних заходів з його мінімізації як для окремих сполук, так і забруднення атмосферного повітряного в цілому. Так, за насторожуючого рівня ризику необхідним є постійний контроль, розробка та проведення планових оздоровчих заходів об'єктом, який є джерелом забруднення та органами місцевого самоврядування; за допустимого рівня – контроль за цими сполуками для підтримання такого рівня ризику.

Згідно таблиці 3.20, критичними органами, які зазнають найбільшого негативного впливу цих сполук, є органи дихання, очі, печінка, нирки, центральна нервова система (ЦНС), серцево-судинна система (ССС) та кров (табл. 3.23-3.24).

Із аналізу даних таблиць 3.20, 3.23, 3.24, індекси небезпеки впливу досліджуваних сполук на органи та системи організму для виробництва з механічної переробки полімерної вторинної сировини без стадії механічної активації на відстані: 15 метрів на органи дихання мають насторожуючий рівень ризику, на кров – допустимий, на очі, вади розвитку, ЦНС та ССС – мінімальний; 25 метрів на органи дихання та кров – допустимий, на всі інші органи та системи – мінімальний; 50 метрів на органи дихання – допустимий, на усі інші органи та системи – мінімальний.

Таблиця 3.23

Індекси небезпеки впливу на окремі органи та системи організму людини досліджуваних речовин на різних відстанях від виробництва з механічної переробки ПЕТФ-пляшок традиційною технологією

Органи та системи організму людини	Індекси небезпеки (НІ) , ум.од		
	відстань від виробництва, м		
	15	25	50
органи дихання	2,635-3,855	1,645-2,42	0,71-1,03
очі	0,96-1,53	0,82-1,37	0,48-0,74
вади розвитку	0,44-0,59	0,39-0,52	0,22-0,41
ССС	0,44-0,59	0,39-0,52	0,22-0,41
ЦНС	0,44-0,59	0,39-0,52	0,22-0,41
кров	2,115-2,915	1,215-1,57	0,45-0,7

Таблиця 3.24

Індекси небезпеки впливу на окремі органи та системи організму людини досліджуваних речовин на різних відстанях від виробництва з механічної переробки полімерної вторсировини зі стадією механічної активації

Органи та системи організму людини	Індекси небезпеки (НІ) , ум.од		
	відстань від виробництва, м		
	15	25	50
органи дихання	1,595-1,965	0,63-1,11	0,4-0,62
очі	0,27-0,44	0,23-0,41	0,19-0,38
вади розвитку	0,37-0,54	0,31-0,45	0,18-0,29
ССС	0,37-0,54	0,31-0,45	0,18-0,29
ЦНС	0,37-0,54	0,31-0,45	0,18-0,29
кров	1,695-2,065	0,71-1,15	0,39-0,53

Індекси небезпеки впливу досліджуваних сполук на органи та системи організму для виробництва з механічної переробки полімерної вторинної сировини зі стадії механічної активації на відстані: 15 та 25 метрів на органи дихання та кров мають допустимий рівень ризику, на всі інші органи та системи – мінімальний; 50 метрів на всі органи та системи рівень ризику мінімальний.

Отже, за показниками неканцерогенного ризику СЗЗ для виробництва з механічної переробки полімерної вторинної сировини в 50 метрів є достатньою та навіть може бути зменшена до 25 метрів для виробництв із механічної переробки полімерної вторинної сировини зі стадією механічної активації.

Із наведених вище даних слідує, що показники забруднення атмосферного повітря на різних відстанях від виробництв із механічної переробки полімерної вторинної сировини зі (без) стадією механічної активації не перевищували критеріального показника забруднення і рівень забруднення кваліфікувався як безпечний. Розраховані індекси небезпеки (показники неканцерогенного ризику) вказують, що на відстані в 25 метрів від виробництва з механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації, рівень забруднення не становить загрозу для здоров'я населення і не перевищує межі допустимого рівня.

Висновок до розділу 3.

Аналіз отриманих величин коефіцієнтів небезпеки хімічних речовин для виробництва з механічної переробки ПЕТФ-пляшок традиційною технологією показав, що рівень ризику за максимальною концентрацією полімерного пилу та діоксину азоту на відстані до 25 метрів оцінюється як насторожуючий та на межі нормативної СЗЗ у 50 м – допустимий. Коефіцієнт небезпеки за максимальною концентрацією оксиду вуглецю на усіх досліджених відстанях не вийшов за межі допустимого.

Для виробництва з механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації рівень ризику за жодною з досліджуваних речовин та на усіх досліджених відстанях не перевищував допустимого.

Встановлено, що під час механічної переробки полімерів процесом із використанням стадії механічної активації на межі СЗЗ у 50 метрів атмосферу надходить менше на: 23,625 % ($\pm 18,625$) оксиду вуглецю, 11,8 % ($\pm 6,96$) оксиду азоту та 54,35 % ($\pm 19,3$) полімерного пилу ніж за традиційною технологією

переробки ПЕТФ-пляшки. Що зумовлено кращою герметичністю технологічної лінії удосконаленого процесу переробки.

Індекси небезпеки впливу на окремі органи та системи організму (органи дихання, центральна нервова система, серцево-судинна система, кров очі) досліджуваних речовин (полімерний пил, азоту діоксид, вуглецю оксид) на відстані 50 м від виробництв з механічної переробки вторинної полімерної сировини без стадії механічної активації – допустимі, а для виробництва зі стадією механічної активації – мінімальні.

Установлено, що за показниками неканцерогенного ризику СЗЗ виробництв з механічної переробки вторинної полімерної сировини без стадії механічної активації не може бути меншою за 50 метрів, а зі стадією механічної активації може бути зменшена до 25 метрів.

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях:

[21,34,38-40,170-177,101,202,370,377,453,454, 513-518].

РОЗДІЛ 4.

САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ТРАДИЦІЙНОЇ ТА РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ МЕХАНІЧНИМ МЕТОДОМ ІЗ ВКЛЮЧЕННЯМ СТАДІЇ МЕХАНІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ, ЇХ ПРОДУКТІВ І ВІДХОДІВ (експериментальні дослідження)

4.1. Технологія механічної переробки вторинних полімерів із стадією механічної активації

Нами проведені теоретичні та практичні дослідження з обґрунтування методики механічної переробки вторинних полімерів із включенням стадії механоактивації. Розроблено новий концептуальний підхід до переробки вторинних полімерів механічним шляхом із одержанням продукту готового як до самостійного використання, так і включення в технологічні системи в різних галузях народного господарства [6,38-40,83,104,129,170-179].

На основі натурних лабораторних експериментів нами розроблено технологію переробки суміші побутових полімерних відходів (ППВ), крім пакувальних стрейч-плівок, на основі удосконалення механічного способу переробки полімерних відходів [38,39,171-177,519,520]. За допомогою даної технології можна одержати готову продукцію шляхом введення стадії механічної активації полімерної сировини із одночасним зменшенням стадій переробки побутових відходів полімерів.

Пропонується застосування розробленої маловідходної технології для впровадження в сфері поводження з відходами з метою зменшення негативного впливу місць видалення відходів на довкілля та умови проживання населення.

Розроблена технологія ґрунтується на удосконаленні традиційного механічного способу переробки ПЕТФ-пляшок [171-173,345], який потребував значних матеріальних та енергетичних витрат і включав одинадцять операцій: 1 – вивантаження; 2 – розбивка тюків; 3 – сортування за кольором; 4 – механічне подрібнення; 5 – механічне висушування; 6 – видалення етикеток та частин корків; 7 – мокре очищення; 8 – вібровосушіння; 9 – центрифугування; 10 – повторне подрібнення; 11 – вторинну повітряну класифікацію.

Запропонована технологія містить операції: 1 – вивантаження; 2 – розбивка тюків; 3 – механічне подрібнення; 4 – мокре очищення; 5 – центрифугування; 6 – вібровосушіння; 7 – механічна активація

Нова технологія має на чотири операції менше ніж відома та дозволяє виключити з процесу переробки вторинних полімерів: сортування за кольором і типом; видалення кілець, корків та етикеток із пляшок та емностей; флотацію; повторне подрібнення; промивку від мийних засобів.

Згідно з розробленою технологією (рис.4.1), спочатку полімери подрібнюють у водному середовищі до розмірів частинок: ширина від 1,0 до 2,5 мм, довжина від 10 до 15 мм. Потім порібнені відходи подають на центрифугу, після цього- на остаточне промивання і сушку. Висушена подрібнена полімерна сировина механічно активується у пристрої. Внутрішні стінки пристрою виконані у вигляді пустотілого зйомного циліндра, що вкритий абразивним матеріалом із різним ступенем крупності та жорсткості. Циліндр підбирається в залежності від виду полімерного матеріалу, що потрапляє на механоактивацію. Чим полімер міцніший і товщий, тим стінки циліндра більш абразивні. Механічна активація триває від 3 до 5 підходів по 3 хвилини кожен із перервою між підходами в 30 секунд. Перерва необхідна для виключення злипання та термічної деструкції частинок в результаті нагрівання, котре спричинене тертям у процесі механічної активації [38,39,177,521-523].

Технологічна схема для здійснення способу переробки полімерних відходів складається із подрібнювача 1, фрикційної мийки 2, центрифуги 3, мийки 4, сушарки 5, вертикального відцентрового ріжучого пристрою із абразивними внутрішніми стінками (механічний активатор) 6, сушки-агломератора. Технологія складена з пристроїв «закритого» типу, подрібнювач 1 та механічний активатор 6 додатково оснащені вакуумними відсмоктувачами (на схемі рис. 4.1 не показані). Продукти переробки подаються між пристроями за допомогою шнекових транспортерів 7.

Спосіб механічної переробки полімерів зі стадією механоактивації здійснюють наступним чином. Суміш ППВ завантажують та подрібнюють у водному смужкорізі до розміру фракції: ширина від 1,0 мм до 2,5 мм, довжина від 10 мм до 15 мм. За довжиною смужки нарізають електрорізаком гільйотинного типу. Якщо відходи сильно забруднені, то подрібнення

відбувається у водному середовищі подрібнювача. Величину розміру частинок корегують за допомогою розміру ґраток подрібнювача, котрі утримують матеріал у зоні подрібнення до досягнення ним необхідного розміру і вибирають залежно від потрібних розмірів готового продукту.

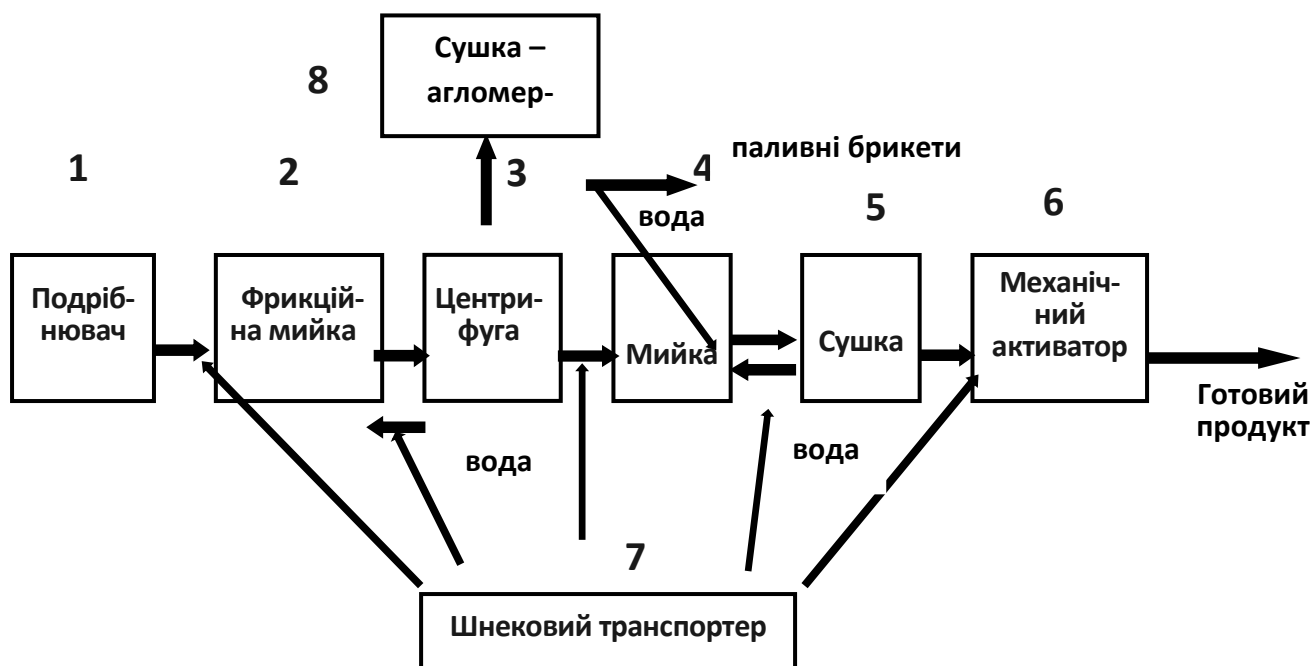


Рисунок 4.1. Кінематична схема технології механічного рециклінгу полімерних відходів зі стадією механоактивації.

Застосування подрібнення у водному середовищі прискорює процес подрібнення, зменшує знос ріжучих елементів та сприяє інтенсифікації відмивання відходів. Після подрібнення відходи подаються шнековим транспортером 7 у фрикційну мийку, обладнану підігрівачем 2, у якій проходить відмивання відходів від етикеток, забруднення та клею, що значно прискорює і покращує гаряча вода і тертя, що створюється у пристрої під час роботи, при необхідності додають мийні засоби чи каустичну соду NaOH. По закінченні відмивання відходи прямують шнековим транспортером 7 у центрифугу 3, за допомогою якої видаляють практично від 87,6% до 96,3% етикеток, бруду та вологи, що у вигляді шламу виводять у сушильно-агломераційну камеру 8, оснащену на виході прес-формою, з якої висушений шлам виходить у вигляді спресованих паливних брикетів. Із центрифуги 3 відходи потрапляють шнековим транспортером 7 у мийну камеру 4 з гарячою чистою водою, де проходить їх

остаточне відмивання, а потім шнековий транспортер 7 доправляє їх у сушарку 5, у якій під впливом потоків гарячого повітря із поверхні відходів випаровується надлишкова волога. Заключною стадією переробки відходів у готову продукцію є механічна активація останніх у вертикальному відцентровому ріжучому пристрої із абразивними внутрішніми стінками 6, у який вони потрапляють за допомогою шнекового транспортера 7.

У результаті механічної активації очищена суміш полімерів у залежності від виду або розширюється у вигляді абразивного "попкорну", як відходи ПЕТФ (рис. 4.2), або їх поверхня стає шорсткою.



Рисунок 4.2. - Продукт технології механічної переробки ПЕТФ – відходів із застосуванням механічної активації (фото з власного архіву)

4.1.1. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механічної активації за результатами лабораторних досліджень

Перевага нашого дослідження в тому, що низкою експериментальних досліджень науковців світу встановлено, що механічна переробка виключає деструктивні зміни у полімерах [39,41,155,156], у зв'язку з цим є неможливим

утворення небезпечних хімічних речовин, яке спостерігається у процесі використання інших методів переробки полімерів [19,40,41,330,335,362,523]. Тому удосконалення і вивчення впливу на об'єкти довкілля безвідходних та маловідходних, екологічно безпечних технологій переробки полімерних відходів, що основані на процесі механічної переробки, є одним з найбільш перспективних та безпечних шляхів поводження з полімерними відходами.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що введення механічної активації попередньо подрібненої полімерної сировини у процес переробки полімерних відходів дозволяє зменшити кількість стадій переробки із 11 до 6 стадій. Зокрема, з процесу переробки полімерних відходів виключаються стадії: сортування відходів полімерів за кольором та за типом; видалення кілець, корків та етикеток; флотація; повторне подрібнення; промивання від мийних засобів.

Розроблена технологія механічної переробки відходів полімерних пляшок та упаковки є єдиним екологічно чистим та гігієнічно безпечним способом переробки суміші полімерних відходів. На підтвердження екологічності даної технології проведено ряд натурних експериментальних досліджень, результати яких представлені в вигляді таблиці 4.1. Дослідження проводили фахівці з використанням обладнання ДУ "Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України" для НДР № 0117U004237 "Розробка новітньої технології утилізації полімерних побутових відходів на основі механічного рециклінгу".

Відомо, що полімерний пил належить до речовин фіброгенної дії, які є показниками пилового навантаження на органи дихання. Згідно з результатами проведених досліджень середньозмінних концентрацій полімерного пилу, вони перевищували ГДК в робочій зоні у 12 % випадків, за гігієнічного нормативу ГДК від 6 мг / м³ до 10 мг / м³ (в залежності від пилоутворюючої речовини). При цьому максимальне перевищення, по відношенню до ГДК, склало 1,74 рази під час вивантаження готової продукції з механоактиватора без спорядження його вакуумним відсмоктувачем. Також у повітрі робочої зони подрібнювача, під час подрібнення без водного середовища, виявлено перевищення норм концентрації ПВХ пилу, що склало 1,35 рази.

Кількісний і якісний хімічний аналіз проб повітря робочої зони процесу механічної переробки сумішей полімерних відходів (значення max)

Назва забруднюючої речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Максимльна концентрація, мг/м ³	Методика виконання вимірювання
Формальдегід	0,5	2	не виявлено	хроматографічний
Ацетальдегід	5	3	0,12	хроматографічний
Аміак	20	4	0,38	хроматографічний
Оцтова кислота	5	3	2,58	хроматографічний
Мурашина кислота	1	2	0,46	хроматографічний
Оксид вуглецю	20	4	8,26	хроматографічний
Метилметакрилат	10	3	1,64	хроматографічний, фотометричний
Етилен	50	4	2,37	хроматографічний, фотометричний
Пропілен	100	4	0,78	хроматографічний, фотометричний
Оксид етилену	1	2	не виявлено	фотометричний
Стирол	5	3	сліди	хроматографічний
Бензол	5	2	не виявлено	хроматографічний, фотометричний
Бензальдегід	5	3	не виявлено	хроматографічний, фотометричний
Толуол	50	3	не виявлено	хроматографічний, фотометричний
Фенол	0,3	2	сліди	хроматографічний, фотометричний
Етилбензол	50	3	не виявлено	хроматографічний
Поліетилен пил	10	4	11,67	ваговий
Поліпропілен пил	10	4	12,45	ваговий
Поліетилентетрафталат пил	10	4	17,35	ваговий
Полівінілхлорид пил	6	3	8,12	ваговий
Полістирол пил	10	4	5,84	ваговий
Поліамід пил	10	4	1,64	ваговий

Із аналізу таблиці 4.1 випливає, що у жодній із відібраних для дослідження та аналізу проб повітря не встановлено перевищення за вмістом хімічних речовин у повітрі робочої зони.

Окрім цього, після облаштування робочого простору над зоною вивантаження готової продукції вакуумним повітровідсмоктувачем перевищення концентрації полімерного пилу в жодній із відібраних проб під час дослідження переробки сумішей вторинних полімерів зафіксовано не було.

Впровадження технології забезпечить зменшення техногенного навантаження на довкілля, викликане накопиченням відходів, гігієнічну обстановку на об'єктах тимчасового зберігання та захоронення побутових відходів, що перебуває в більшості випадків у кризовому стані, близькому до екологічної катастрофи, при цьому зменшиться захворюваність населення та підвищиться його працездатність. Покращення соціально-медичної обстановки зменшить обсяг видатків на медичні, санітарно-технічні, гігієнічні та соціально-економічні заходи, спрямовані на попередження захворювань та усунення факторів ризику, викликаних об'єктами зберігання та захоронення відходів.

Соціально-медична ефективність від впровадження даної технології буде досягнута за рахунок: скорочення рівня захворюваності населення, шляхом покращення екологічної та санітарно-гігієнічної обстановок, викликаних зменшенням техногенного навантаження від накопичення побутових полімерних відходів на сміттєзвалищах; скороченням витрат на природоохоронні заходи в зв'язку зі скороченням обсягу вивезення ТПВ на полігони, зменшенням скиду недоочищених стічних вод і полігонного фільтрату [21,33,66,170,300,311,518,524].

Впровадження результатів науково-практичних досліджень дозволить практично реалізувати: концепцію Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». Забезпечити виконання вимог ратифікованих Україною Директив: 94/62/ЄС (2004/12/ЄС) «Про упаковку та відходи від упаковки»; 2000/76/WE «Про спалювання відходів»; 75/442/ЄЕС та 2006/12/ЄС "Про відходи"; 1999/31/ЄС «Про відходи рамкова»; 2008/98/ЄС "Про захоронення відходів"; 91/689/ЄЕС "Про небезпечні відходи"; 99/61/ЄС "Про всеохоплююче запобігання забрудненню та його контроль"; 2008/99/ЄС "Про охорону навколишнього

природного середовища та кримінальну відповідальність"; 2000/76/ЄС "Про спалювання відходів"; 2010/75/ЄС "Про промислові викиди".

Реалізація на практиці розробленої нами технології переробки вторинних полімерів вилучених із ТПВ дозволить забезпечити виконання статті 32 Закону України "Про відходи".

Результати дослідження стануть фундаментом і забезпечать подальший розвиток нового перспективного напрямку механічного рециклінгу ППВ із застосуванням механічної активації, який був і залишається найбільш екологічно та економічно доцільним методом переробки відходів.

4.1.2. Основні властивості продукції, отриманої шляхом механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації за результатами лабораторних досліджень

У результаті механоактивації частинки подрібнених ПЕТФ відходів розшаровуються і набувають вигляду "попкорну". Для цих відходів у процесі механоактивації досягається збільшення питомої поверхні від 2 разів до 6 разів, що забезпечує відповідне зростає їх адсорбційних і адгезивних властивостей. Для інших видів побутових полімерних відходів зростає шорсткість поверхні, в результаті чого їх подрібнені частинки набувають покращених адсорбційних і адгезивних властивостей.

Покращення властивостей частинок подрібнених полімерів значно розширює галузі їх застосування. Так, як подрібнені полімерні відходи без механічної активації є фізично і хімічно інертним продуктом, що володіє практично нульовим зчепленням, що робить його непридатними для використання як наповнювача в різних композиціях без додаткової термічної чи хімічної обробки.

Отриманий продукт, який представлений сумішшю полімерів, можна застосовувати:

- як наповнювач для м'яких іграшок, матраців, гіпоалергенних подушок;
- як наповнювач у цементно-піщані суміші, що дозволяє замінити армування металічною сіткою та використання дорогого фіброволокна;
- як наповнювач у будівельні суміші із високими тепло- та звукоізоляційними властивостями, стійкими до розтріскування, усадки та розшарування;

- як основу під будівництво дорожніх покриттів із високими амортизаційними властивостями, що значно продовжують термін експлуатації та стійкість до тріщиноутворення дорожнього покриття;

- як наповнювач у бетонних сумішах під час спорудження резервуарів питної води, улаштування каналізаційних мереж, спорудження сховищ для зберігання відпрацьованих хімічних речовин і відходів та інших об'єктів спеціального будівництва. Введення у бетонні суміші отриманого продукту під час спорудження резервуарів запобігає міграції води та хімічних речовин із ємностей у навколишнє природне середовище;

- як багаторазовий легко відновлюваний адсорбент для ліквідації розливу нафтопродуктів, механічної очистки для підготовки питної води та очистки каналізаційних стоків комунальних підприємств та ін. [518,521,523-528].

Встановлено, що використання розробленої технології дозволяє одержати новий високоякісний готовий продукт, що володіють покращеними, у порівнянні з механічно переробленими полімерами традиційною технологією, адгезивними та адсорбційними властивостями, має збільшену питому поверхню, пластичний, стійкий до хімічного та атмосферного впливу, екологічний межі застосування якого ще до кінця не вивчено.

4.2 Оцінка розробленого устаткування для подрібнення та механічної активації вторинних полімерів

4.2.1 Пристрій для подрібнення суміші полімерів на фрагменти заданих розмірів

Розроблений пристрій належить до устаткування для подрібнення полімерних матеріалів, і може бути використаний для механічного подрібнення сумішей полімерів у переробній, хімічній, будівельній промисловостях та інших на фрагменти заданих розмірів [522].

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення пристрою для подрібнення полімерів на фрагменти заданих розмірів, в якому шляхом додаткового його спорядження засобом регулювання міжосьової віддалі дискових ножів і модифікації конструкції, прикріплених до ланцюгів транспортерів

металевих пластин забезпечується можливість регулювання розмірами фрагментів, які одержують із суміші полімерів і покращення умов захоплення полімерів і заповнення ними робочого простору між металевими пластинами ланцюгових транспортерів. За рахунок цього розшириться асортимент подрібнених фрагментів і збільшиться стабільність подачі полімерів у зону різання та продуктивність їх подрібнення [374,376,522].

Пристрій для подрібнення полімерів на фрагменти заданих розмірів містить корпус 1, у якому встановлені на підшипникових опорах 2 і 3 ножові вали 4 і 5. На ножових валах 4, 5 розміщені дискові ножі 6 і 7 відповідно, між якими встановлені розпірні втулки 8 (рис. 4.3, рис. 4.4). Електричні приводи 9 і 10 ножових валів 4 і 5 одного рівня виконані з можливістю їхнього обертання із різними кутовими швидкостями. Знімачі 11 і 12 подрібнених полімерних фрагментів встановлені на внутрішній поверхні стінок корпуса 1 у западинах між дисковими ножами 6 і 7 та розпірними втулками 8 із зазором, який менший від товщини подрібнюваних полімерів.

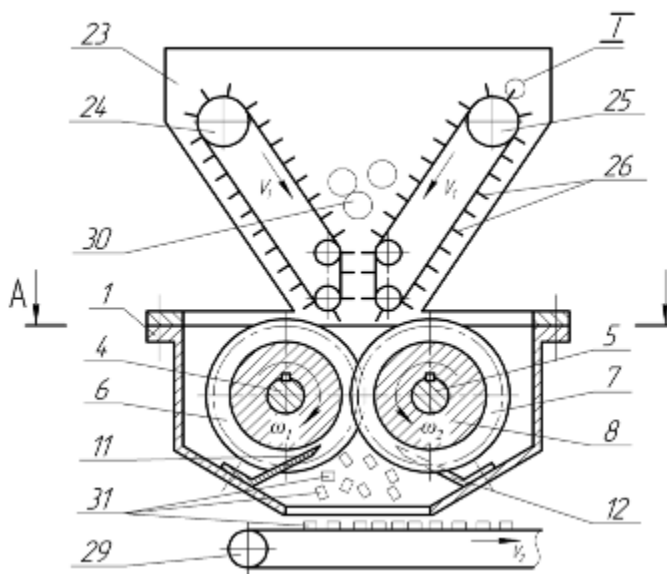


Рисунок 4.3 – Пристрій для подрібнення полімерів на фрагменти заданих розмірів

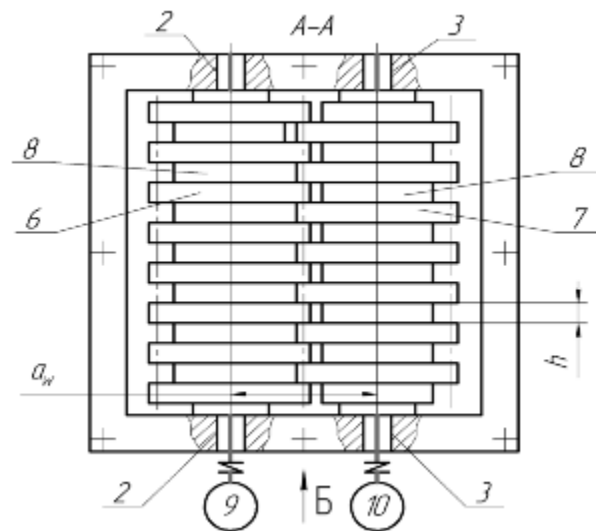


Рисунок 4.4 – Видяг пристрою зображеного на рис. 4.3 в розрізі

Пристрій (рис. 4.3) оснащений механізмом подачі 23 полімерів у зону різання дисковими ножами 6 і 7, що виконаний у вигляді двох ланцюгових транспортерів 24 і 25, які утворюють бункер-накопичувач, до ланцюгів прикріплені металеві пластини 26, котрі покращують захоплення і подачу полімерів у зону різання. Для покращення умов захвату полімерів, до бокових

поверхонь металевих пластин 26 прикріплені ряди металевих стержнів із загостреннями пірамідальної або конічної форми 27 і 28, які зміщені один відносно іншого на половину їх кроку розташування, що рухаються назустріч один одному. Ланцюгові транспортери 24 і 25 рухаються назустріч один одному. Пристрій може споряджатися стрічковим транспортером 29 чи контейнером, вузлом пакування для видалення отриманих фрагментів 31.

Пристрій працює таким чином: полімери 30 завантажують у механізм подачі 23, що виконаний у вигляді двох ланцюгових транспортерів 24 і 25, які утворюють бункер-накопичувач. Вказані ланцюгові транспортери 24 і 25, до ланцюгів котрих прикріплені металеві пластини 26, які оснащені рядами металевих стержнів із загостреннями пірамідальної форми 27 і 28, забезпечують надійне захоплення і переміщення полімерних відходів 30 вниз, у напрямку до зони різання дисковими ножами 4 і 5. За рахунок примусової, стабільної вертикальної подачі полімерів 30 ланцюговими транспортерами 24 і 25 у зону різання, полімери захоплюються зубами дискових ножів 6 та 7 і подрібнюються як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках на фрагменти заданих розмірів.

Після подрібнення полімерів 30 утворені з них фрагменти полімерного матеріалу, із заданими розмірами, 31 видаляються знімачами 11 і 12 із западин між дисковими ножами 6 та 7 і падають на стрічковий транспортер 29 в контейнер та відвантажують на склад готової продукції або на наступні етапи технологічного процесу переробки, наприклад, на механоактивацію.

Застосування розробленого пристрою для подрібнення сумішей вторинних полімерів на фрагменти заданих розмірів забезпечує значне покращення умов захоплення пустотілих полімерних виробів ланцюговими транспортерами, завдяки проколюванню рядами металевих стержнів із загостреннями, якими оснащені металеві пластини. Проколювання забезпечує витікання повітря із пустотілих полімерних виробів (пляшки, ємності) завдяки чому вони деформаційно ущільнюються, що дозволяє покращити заповнення ними робочого простору між металевими пластинами і, як наслідок, більш стабільну їх вертикальну подачу в зону різання. Окрім цього, забезпечується підвищення продуктивності подрібнення полімерів на фрагменти заданих розмірів із одночасним зниженням споживання електричної енергії та затрат на переробку.

4.3 Вивчення санітарно-хімічної небезпеки продуктів та відходів переробки вторинної полімерної сировини, вилученої із ТПВ, традиційною механічною переробкою та зі стадією механічної активації

4.3.1 Вивчення впливу водних витяжок із зразків продуктів та відходів переробки вторинної полімерної сировини традиційною механічною переробкою та зі стадією механічної активації на ґрунтові мікроорганізми

Досліджували водні витяжки зразків продуктів та відходів вторинної полімерної сировини, вилученої із ТПВ, механічної переробки традиційною технології та зі стадією механічної активації, приготовлені з розрахунку відходи : вода - 1:10 ($R = 1$). Види переробленої вторинної полімерної сировини: поліетилентетрафталат, поліпропілен, полістирол, поліетилен низького та високого тиску, полівінілхлорид і суміш полімерних матеріалів (PP-18%; PE-HD 18%; PE-LD-25%; PET-10%; PVC-19%; PS-10%) [516,529,530].

Результати досліджень зміни мікробіологічних показників (чисельності грибів КУО/г) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки за традиційно технологією та технологією зі стадією механічної активації виконано згідно з МР 2609-82 [501] та наведено в додатку Б1 табл. Б1, Б2 та на рисунку 4.7.

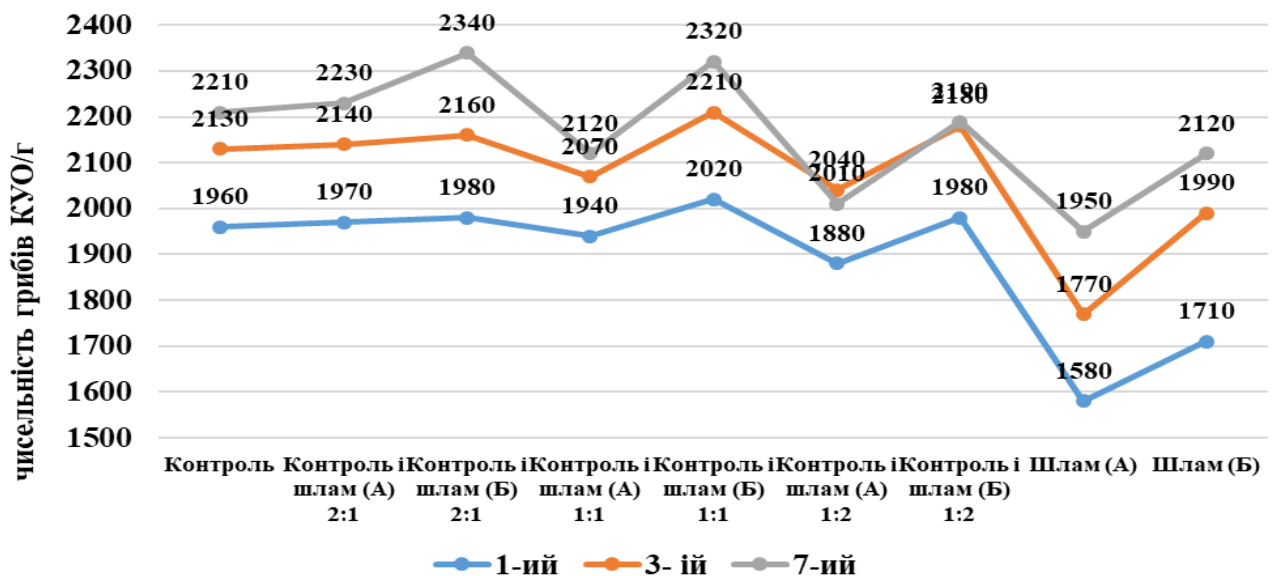
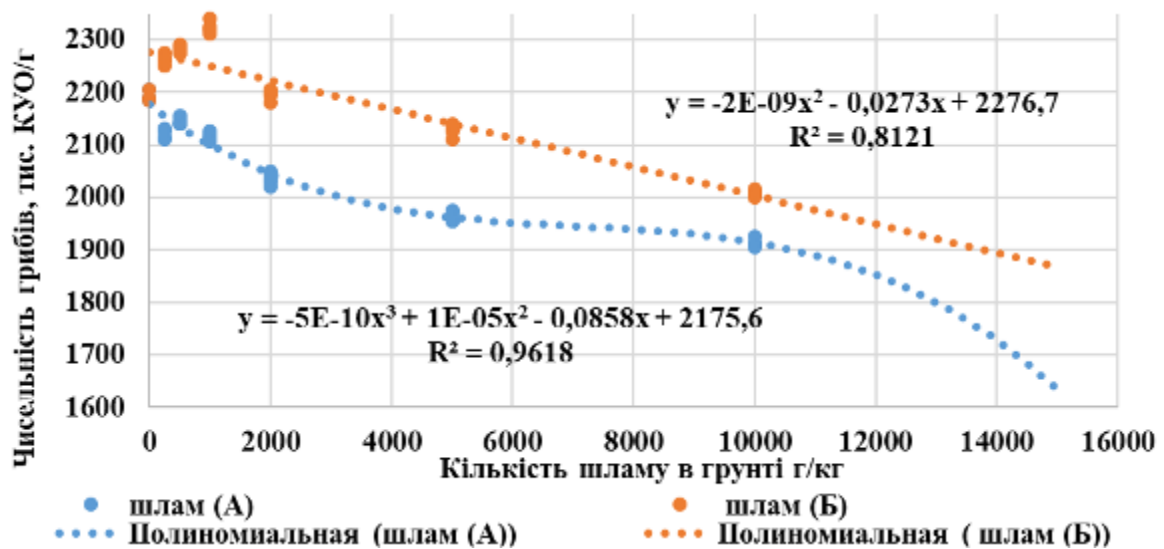


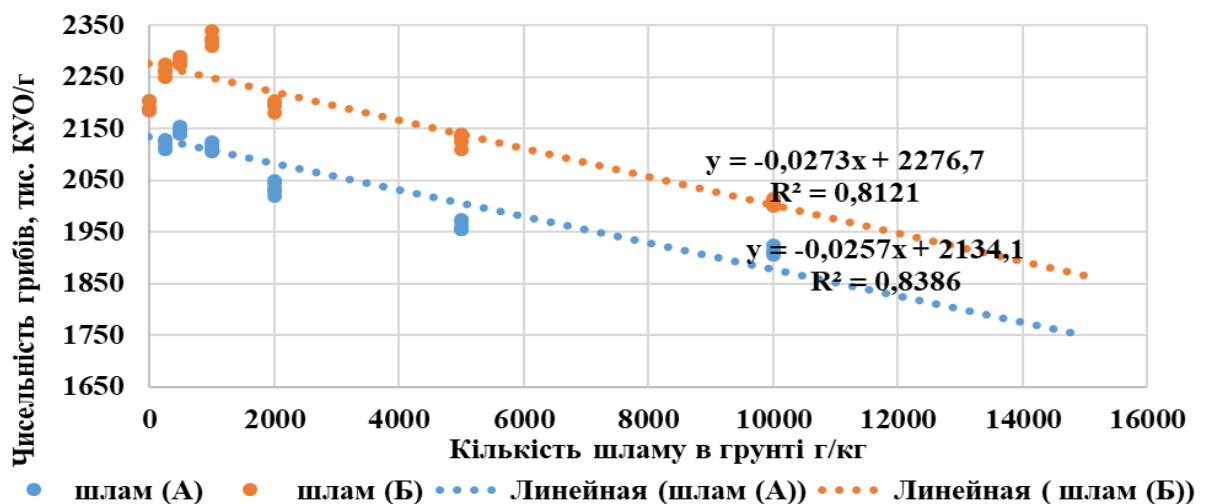
Рисунок 4.7. – Зміна мікробіологічних показників (чисельності грибів КУО/г) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини без (А) та зі (Б) стадією механічної активації

На основі експериментальних даних за допомогою методів кореляційно-регресійного аналізу проведено моделювання зміни чисельності грибів КУО/г під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини, що реалізовано за допомогою програмного продукту Excel 2016. Результатами регресійного аналізу встановлено щільний взаємозв'язок між концентрацією шламу у ґрунті та зміною чисельності грибів трьома видами моделей - поліноміальною, лінійною та експоненціальною, в яких коефіцієнт детермінації (R_2) показав задовільну точність апроксимації рисунок 4.8 а-в.

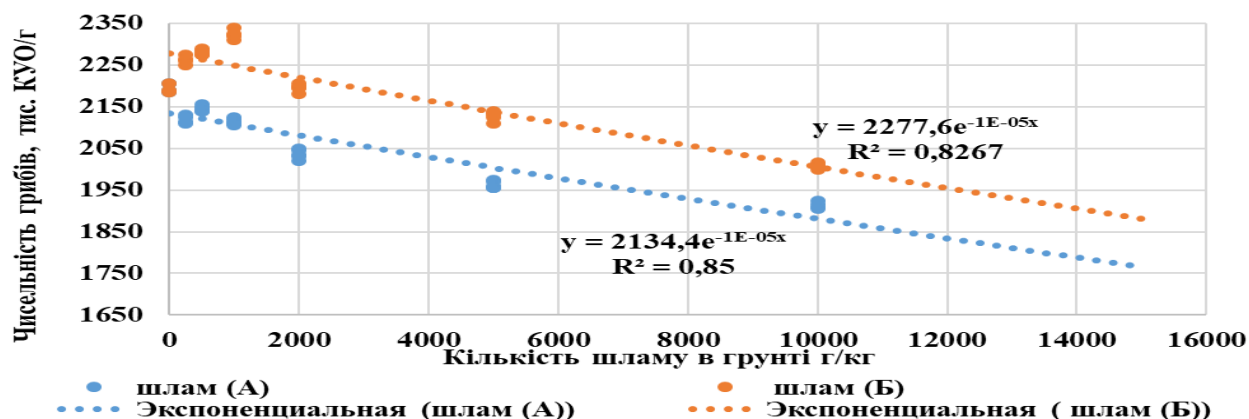
Результати дослідження зміни мікробіологічних показників (чисельності грибів КУО/г) під впливом водних витяжок із зразків продуктів механічної традиційної переробки полімерної вторинної сировини та зі стадією механічної активації представлено в додатку Б1 табл. Б3, Б4 та на рисунку 4.9.



А)



Б)



В)

Рисунок 4.8. – Моделі кореляційно-регресійного аналізу залежності зміни чисельності грибів (тис. КУО/г) від кількості доданих у ґрунт відходів переробки вторинних полімерів: А) поліноміальна; Б) лінійна; В) експоненціальна.

За результатами (рис. 4.7, додаток Б) всі досліджені зразки відходів полімерів (шлам), за весь час експерименту не надали вираженого впливу на ґрунтові мікроорганізми, рівень яких, в порівнянні з контролем коливався для відходів: за традиційною технологією (шлам А) від 85,71 % до 106,88 %; за технологією зі стадією механічної активації (шлам Б) від 88,24 % до 108,50 %. Рівень впливу допустимий, оскільки ефекти впливу становили менше 25 %.

Водні витяжки зі зразків перероблених полімерів (рис. 4.9, додаток Б), як за традиційною технологією механічної переробки, так і зі стадією механічної активації не чинили значного негативного впливу на зростання ґрунтових мікроміцетів протягом всіх термінів інкубації, ефекти впливу становили менше 25 %.

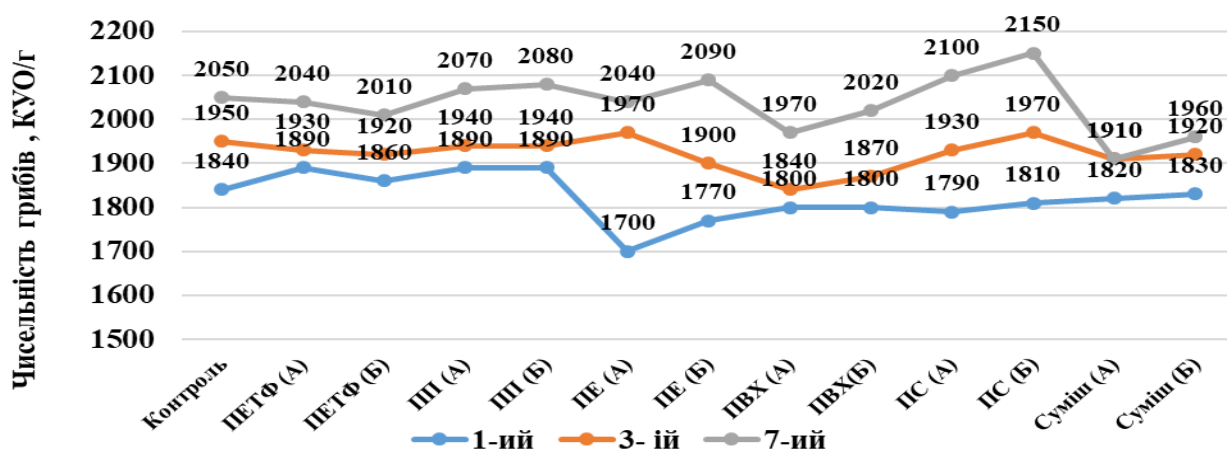


Рисунок 4.9. – Зміна мікробіологічних показників чисельності грибів (КУО/г) під впливом водних витяжок із продуктів переробки полімерів, котру перероблено механічною переробкою без (А) та зі (Б) стадією механічною активації

Наступним етапом оцінки впливу відходів і продуктів переробки полімерів, вилучених із ТПВ, технологією традиційної механічної переробки та зі стадією механічної активації на ґрунтову мікрофлору стало дослідження реакції сапротрофних ґрунтових бактерій. Результати досліджень наведені в додатку Б у табл. Б5-Б8. та на рис. 4.10, 4.11.

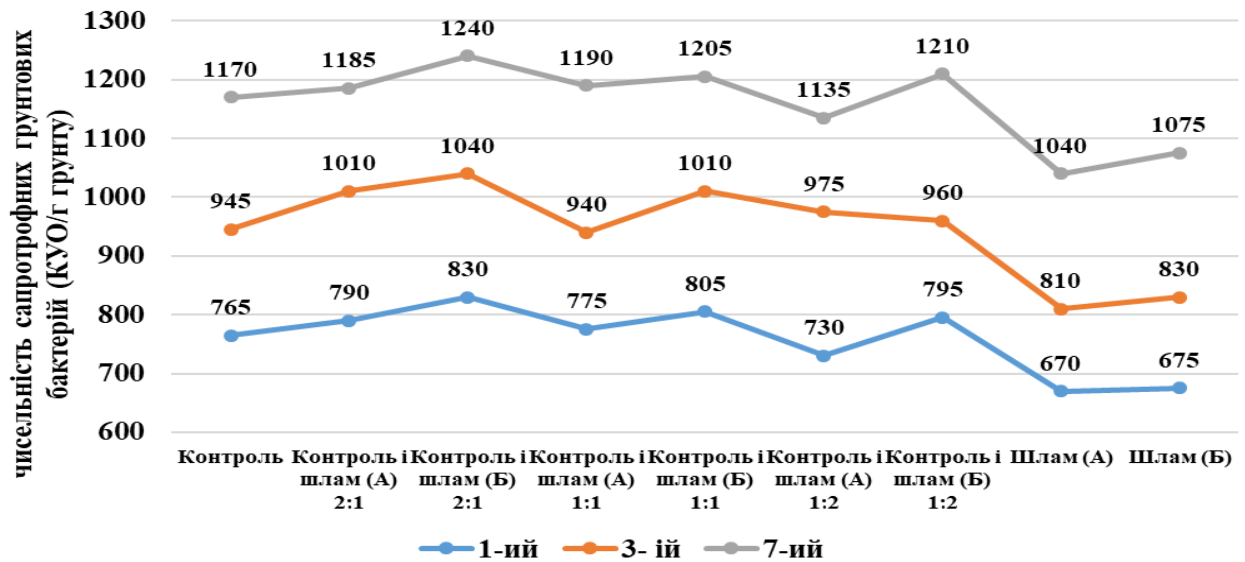


Рисунок 4.10 – Динаміка зміни чисельності сапротрофних ґрунтових бактерій (КУО/г ґрунту) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини без (А) та зі (Б) стадією механічної активації

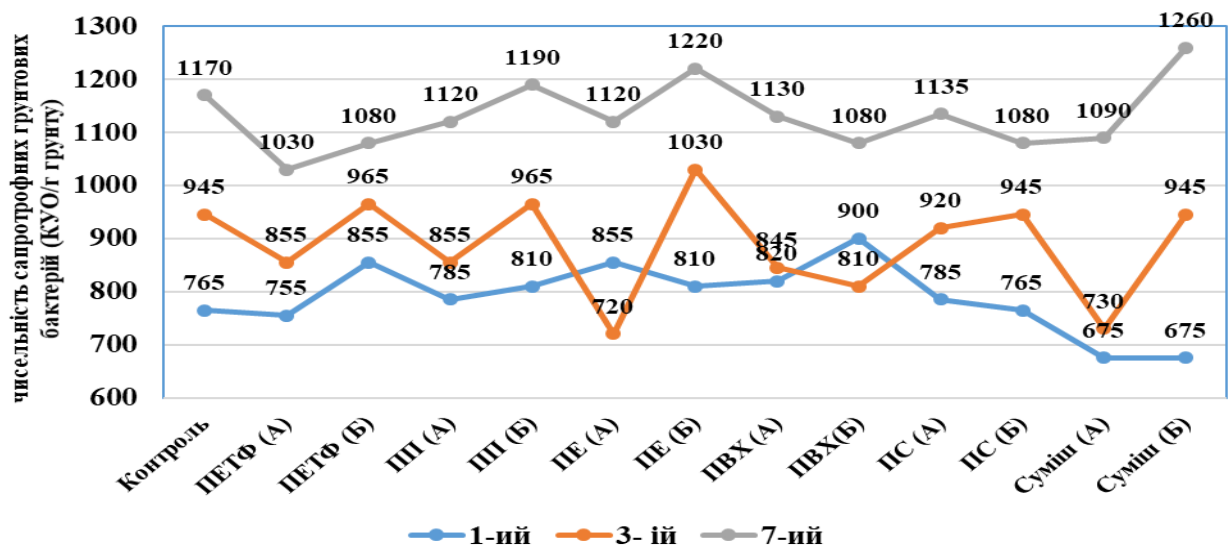


Рисунок 4.11 – Зміни чисельності сапротрофних ґрунтових бактерій (КУО/г ґрунту) під впливом водних витяжок із продуктів вторинної полімерної сировини переробленої механічною переробкою без (А) та зі (Б) стадією механічною активації

Отримані результати дозволяють говорити про відсутність значущого впливу зразків водних витяжок з досліджених зразків відходів і продуктів переробки вторинних полімерів на ґрунтові бактерії, оскільки ефекти впливу (% відмінності від контролю) становили менше 25 % протягом усього терміну експерименту, що згідно положень [495], оцінюються як нетоксичні.

Внесення досліджуваних витяжок в ґрунт у вигляді водного екстракту ($R = 1$) не робить негативного впливу на ріст і розвиток ґрунтових мікроскопічних грибів, ґрунтових сапротрофних бактерій.

Таким чином, разове внесення водних витяжок із зразків відходів та продуктів переробки вторинних полімерів за традиційною технологією механічної переробки та технологією зі стадією механічної активації в ґрунт у вигляді водних екстрактів ($R = 1$) не спричиняє негативного впливу на основні групи ґрунтових мікробоценозів і, згідно з додатком 7 Санітарних правил СП 2.1.7.1386-03 «Визначення класу небезпеки токсичних відходів виробництва та споживання», дані зразки можуть бути віднесені до IV класу небезпеки [503].

4.3.2 Оцінка небезпеки впливу продуктів і відходів механічної переробки, зі/без стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини вилученої із ТПВ на гідробіонти

Для оцінки ступеня небезпеки зразків продуктів і відходів механічної переробки за традиційною технологією та технологією зі стадією механічної активації, водні витяжки з них тестувалися на двох тест-організмах - представників різних систематичних груп: інфузорії, дафнії [500-502,531].

Рисунках 4.12 – 4.14 та у Додатку В представлені результати тестування водних витяжок із зразків продуктів і відходів механічної переробки, зі/без стадією механічної активації на гіллястовусих рачках *Daphnia magna Straus*.

Методами кореляційно-регресійного аналізу змодельована залежність зміни величини летальності серед *Daphnia magna Straus* від концентрації відходів (шламу) переробки вторинних полімерів у водних витяжках.

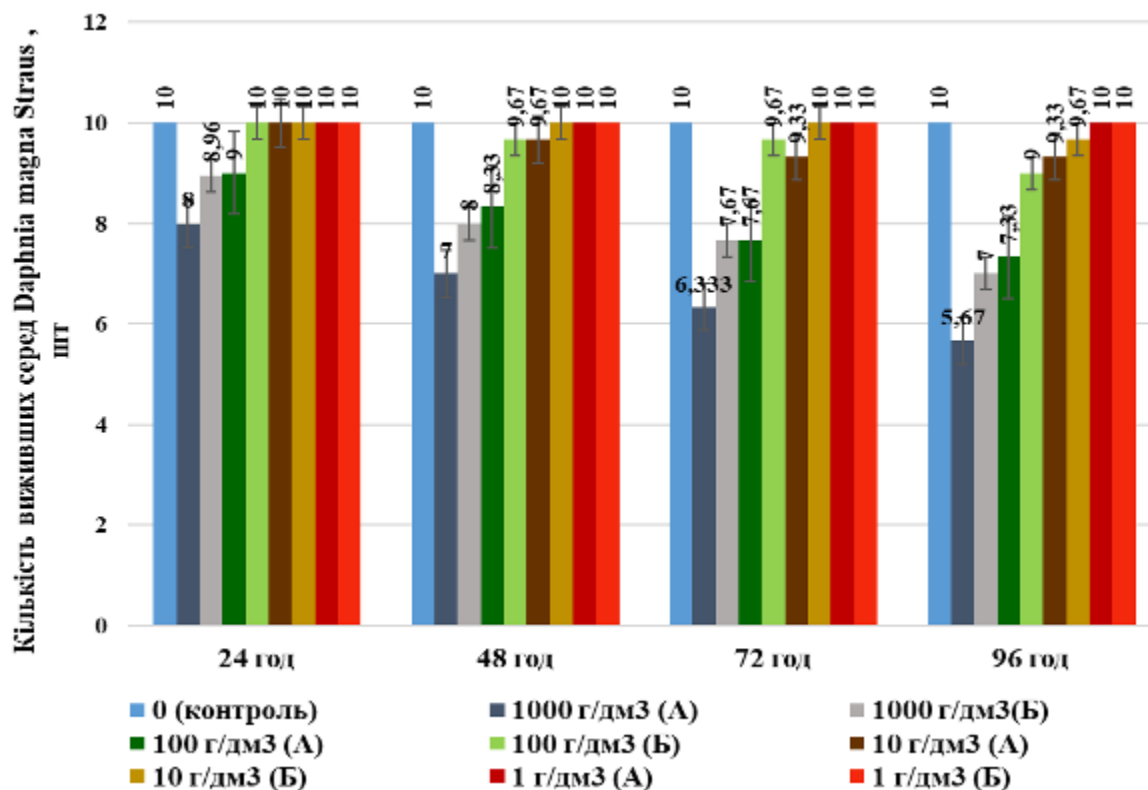


Рисунок 4.12. – Величина летальності серед *Daphnia magna Straus* під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини без (А) та зі (Б) стадією механічної активації

Результатами аналізу встановлено щільний взаємозв'язок між концентрацією шламу у водних витяжках та кількістю *Daphnia magna Straus*, що вижили за експоненціальною моделлю в якій коефіцієнт детермінації (R_2) показав задовільну точність апроксимації (R^2 традиційної технології – 0,82, R^2 технології зі стадією механічної активації – 0,88) рис. 7.

Нешкідлива концентрація шламу А в воді 10 мг/дм³ за якої гине не більше 10 % *Daphnia magna Straus* за 96 годин. Шлам відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини є не токсичним за ефективною концентрацією $ЕК_{50}$ за 48 годин.

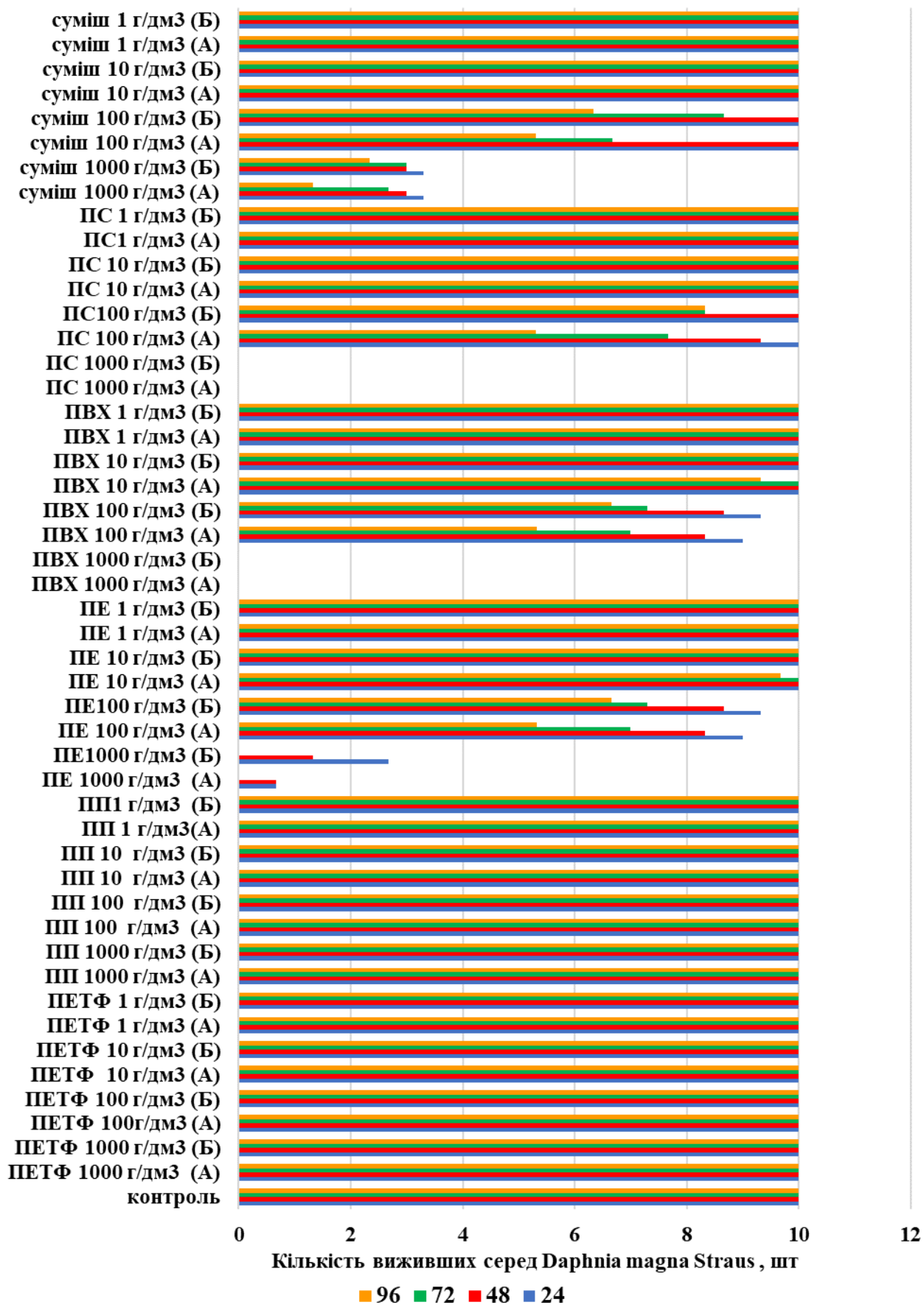


Рисунок 4.14 – Величина летальності серед *Daphnia magna* Straus під впливом водних витяжок із зразків продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини традиційна технологія (А) та зі (Б) стадією механічною активації

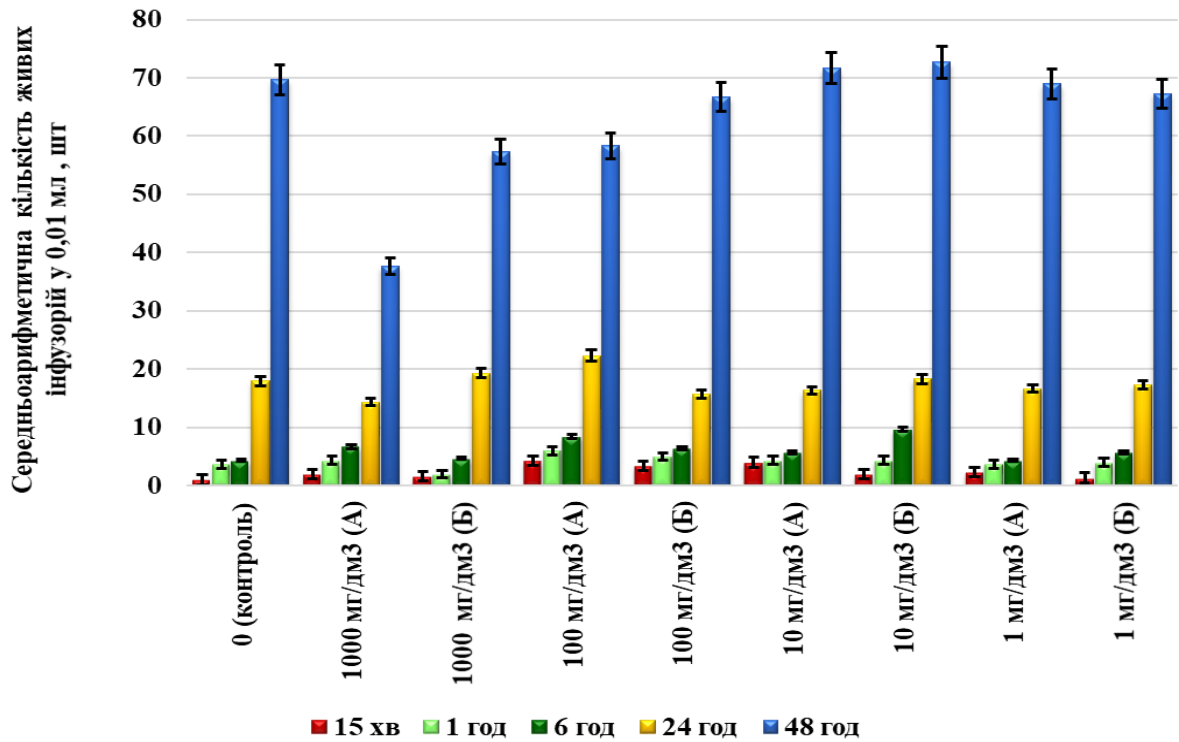


Рисунок 4.15. – Приріст (зменшення) *Paramecium caudatum* під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини традиційна технологія (А) та зі (Б) стадією механічної активації

Найбільш інформативною виявилась експоненціальна модель коефіцієнт детермінації (R_2) якої показав задовільну точність апроксимації $R^2 = 0,89$ для моделі шламу технології зі стадією механічної активації та $R^2 = 0,9532$ – високу точність для моделі шламу традиційної технології механічної переробки (рис. 4.16).

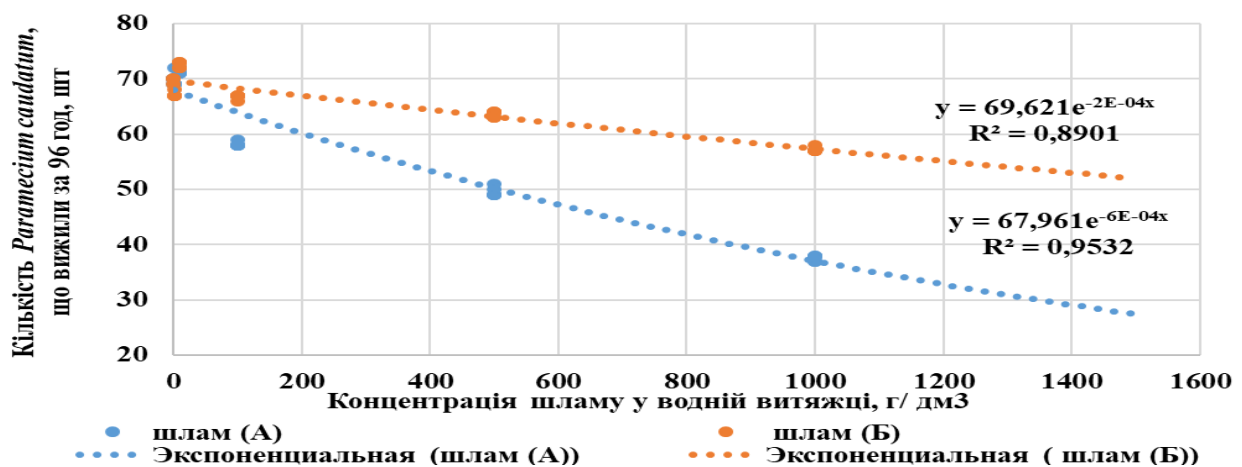


Рисунок 4.16. – Модель кореляційно-регресійного аналізу залежності зміни чисельності *Paramecium caudatum* від кількості доданих у водні витяжки відходів відходів переробки вторинних полімерів (А – традиційна технологія, Б – зі стадією механічної активації).

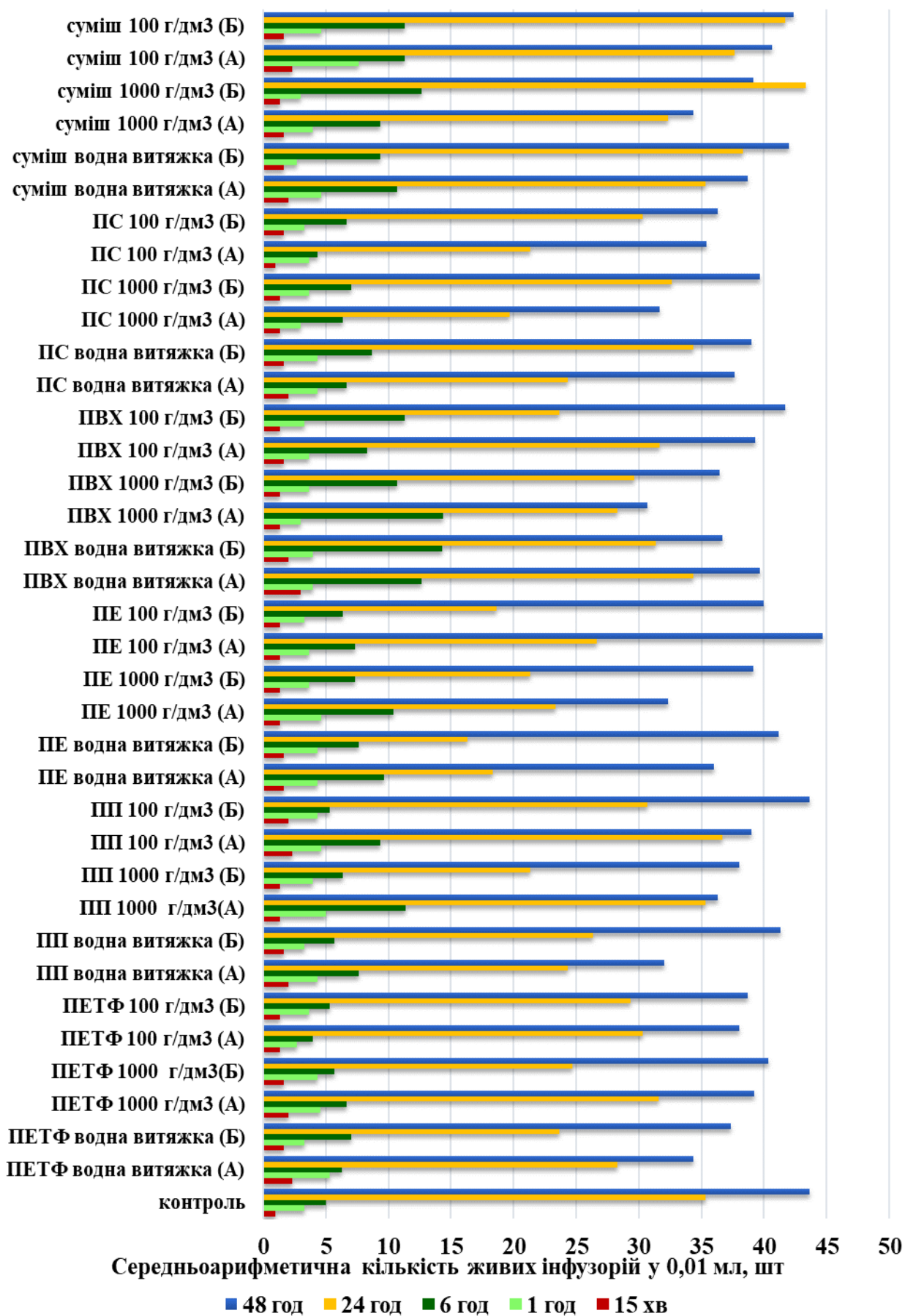


Рисунок 4.17. – Зміни приросту *Paramecium caudatum* під впливом водних витяжок із зразків продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини без (А) та зі (Б) стадією механічною активації

Із аналізу даних рисунків 4.12-4.17 та таблиць В1-В8 додатку В слідує, що всі досліджені зразки продукції та відходів механічної переробки вторинної полімерної сировини, як традиційної технології переробки, так і зі стадією механічної активації не чинять вираженої токсичної дії на гідробіонти двох різних систематичних груп, тому їх можна віднести до IV класу небезпеки.

4.3.3 Оцінка небезпеки методом фітотестування зразків продуктів і відходів механічної переробки вторинної полімерної сировини, вилученої із ТПВ, за традиційною технологією та технологією зі стадією механічної активації

Оцінка фітотоксичної дії проводилася експрес-методом на пророщування насіння крес-салату (*Lepidium sativum* L.), гірчиці (*Sinapis alba* L.), пшениці (*Triticum aestivum*), кукурудзи (*Zea mays* L.), сої (*Glycine* L.), ячменю (*Hordeum vulgare* L.), за встановленням різниці між кількістю пророслого насіння, величиною довжини стебла та коренів рослини вирощених у дослідних та контрольних зразках [493,494].

Так, якщо різниця не перевищує 10 %, то такий зразок вважається екологічно чистим. Зниження числа проростків в дослідженому варіанті в порівнянні з контрольним від 10 % до 30 % свідчить про слабку фітотоксичність. Різниця від 30 % до 50 % вказує на середній ступінь фітотоксичності, а різниця вища за 50 % - на високий (недопустимий) ступінь фітотоксичності досліджуваного зразка [493,494].

Оцінка фітотоксичності зразків проводилась за встановленням різниці між кількістю пророслого насіння, зміною величини довжини стебла та коренів рослини вирощених у дослідних та контрольних зразках.

Результати вивчення фітотоксичної дії зразків продуктів і відходів механічної переробки вторинної полімерної сировини за традиційною технологією та за технологією зі стадією механічної активації на схожість насіння різних сільськогосподарських культур наведено на рисунках 4.18-4.21.

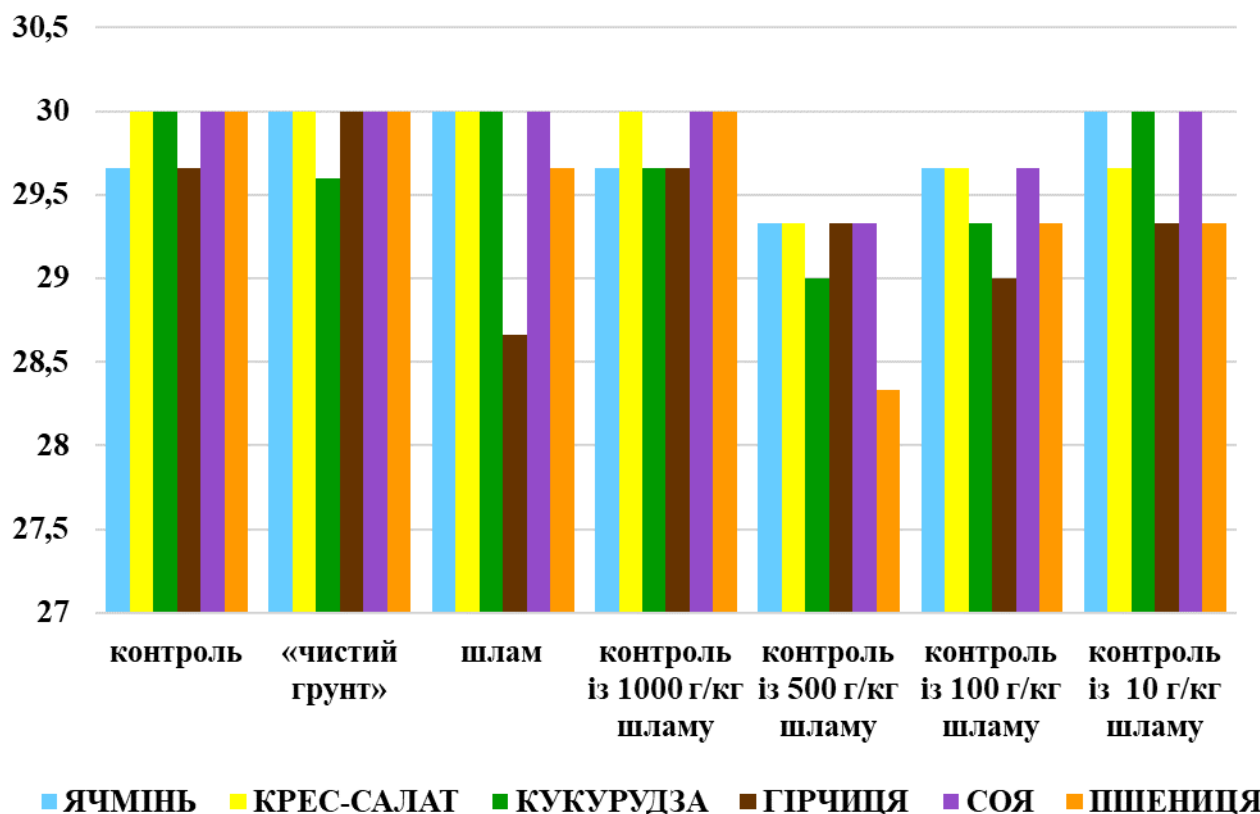


Рисунок 4.18. – Вплив шламу механічної переробки вторинних полімерів традиційною технологією на схожість насіння різних с/г культур.

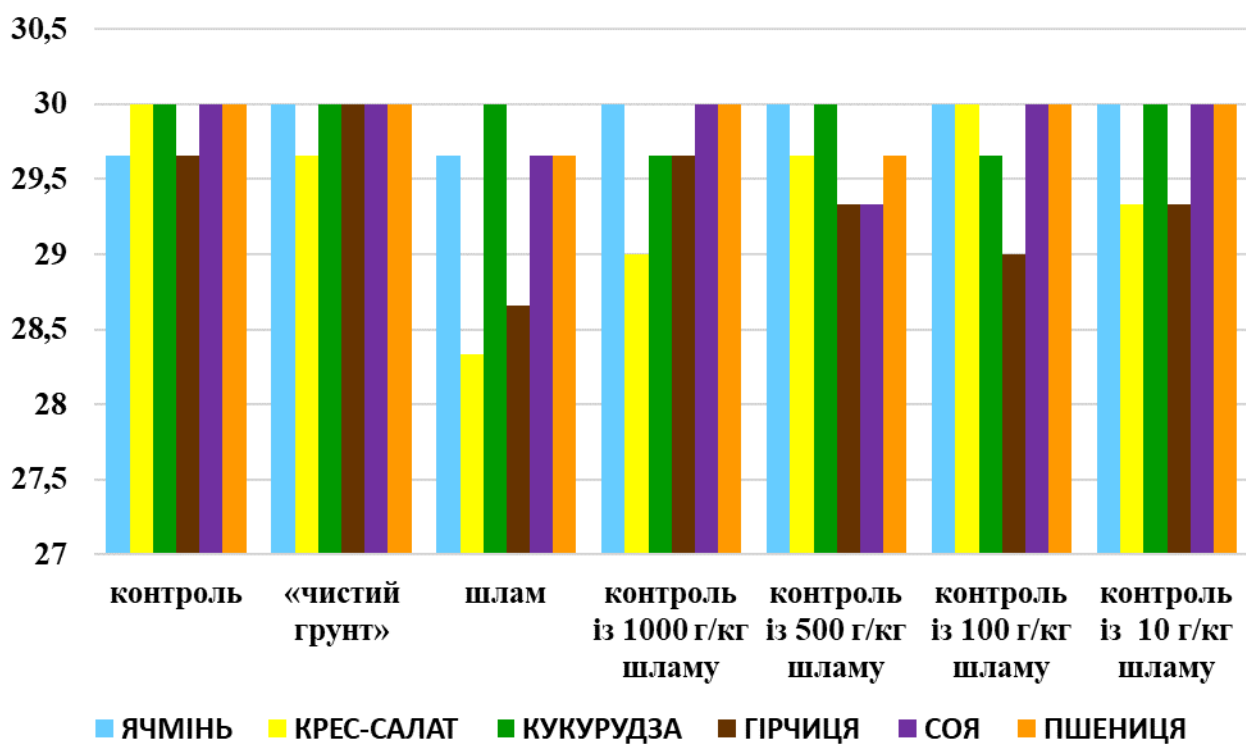


Рисунок 4.19. – Вплив шламу механічної переробки вторинних полімерів зі стадією механічної активації на схожість насіння різних с/г культур

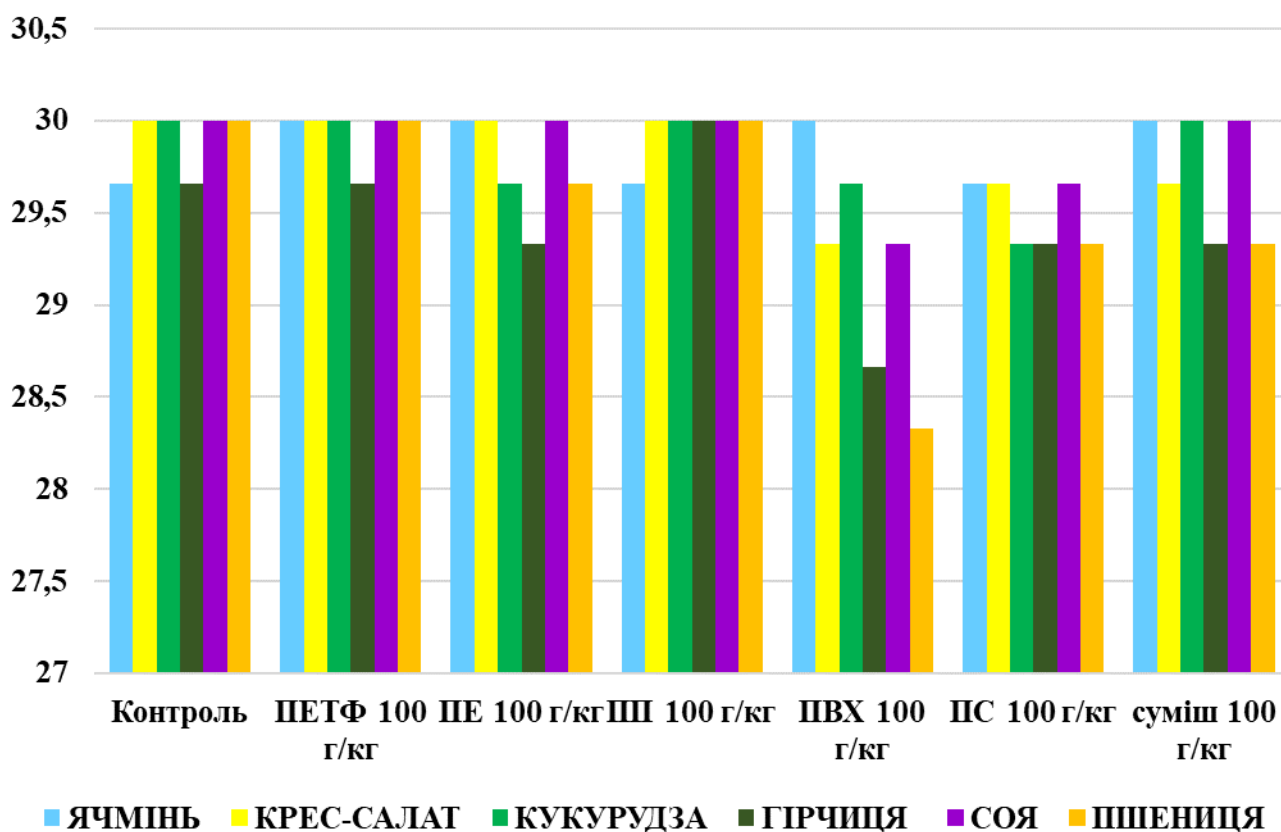


Рисунок 4.20. – Вплив продуктів механічної переробки вторинних полімерів традиційною технологією на схожість насіння різних с/г культур.

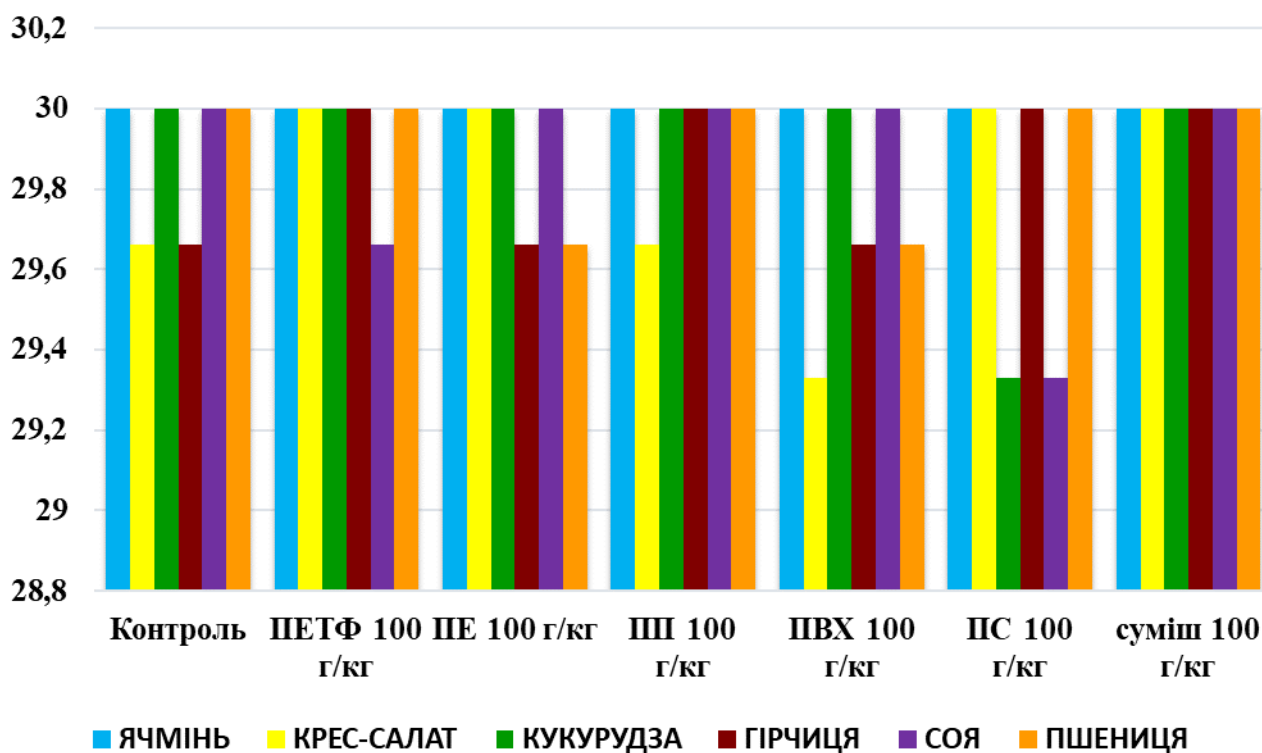


Рисунок 4.21. – Вплив продуктів механічної переробки вторинних полімерів зі стадією механічної активації на схожість насіння різних с/г культур

За результатами досліджень встановлено, що в зразках із крес-салатом, гірчицею та кукурудзою зафіксовано 100 відсоткове проростання насіння в усіх досліджуваних зразках незалежно від вмісту шламу. Зниження числа паростків рослин спостерігалось у зразках із пшеницею та ячменем у всіх зразках та з соєю – на шламі (рис. 4.18,4.19.).

Зниження кількості паростків рослин виявлено в зразках із пшеницею в усіх зразках включаючи контрольний, що ставить під сумнів якість використаного насіння та у зразках із соєю на «чистому» шламі (рис. 4.18, 4.19). Неоднозначних результатів отримано фітотестуванням ячменю схожість якого була нижчою лише у контрольних зразках та у зразках із 100 г/кг шламу в рослинному субстраті.

Із аналізу фітотоксичності шламу механічної переробки сумішей полімерної вторинної сировини за проростками різних сільськогосподарських культур встановлено, що для крес-салату, гірчиці, кукурудзи досліджений шлам не виявив негативного впливу на процес проростання. Щодо фітотоксичної дії шламу на проростання сої та ячменю, то її рівень знаходився в межах допустимого ($< 10\%$) і не перевищив 3,33 %. Характеризуються своєю неоднозначністю результати отримані під час встановлення фітотоксичного ефекту на пшениці. У проведених дослідах із пшеницею рівень фітотоксичності не вийшов за межі допустимого і склав 6,67 %, але гальмування проростання насіння було в усіх контрольних зразках та в зразку з мінімальним вмістом шламу, що може ставити під сумнів якість використаного для дослідів насіння.

Для продуктів механічної переробки полімерів фітотоксичного впливу не встановлено для жодної сільськогосподарської культури, ні для традиційної технології механічної переробки полімерів, ні для технології з механічною активацією. Незначний фітотоксичний вплив спостерігався під час дослідження продуктів переробки ПВХ та ПС, за обома дослідженими технологіями. Найбільш чутливими до впливу були пшениця та гірчиця. Рівень фітотоксичної дії продуктів знаходився в межах допустимого і не перевищив 5,67 % [532,533].

Наступним кроком було встановлення фітотоксичності за величиною зміни довжини стебла та коренів досліджуваних видів сільськогосподарських рослин (таблиця. 4.1., рис. 4.22-4.27).

Визначення фітотоксичності зразків шламу механічної переробки полімерної вторинної сировини за традиційною технологією за зміною довжини стебла та кореня різних видів сільськогосподарських рослин

Назва зразка	Стебло			Корінь		
	Довжина стебла, мм	Зміна довжини, %	Оцінка фітотоксичності	Довжина кореня, мм	Зміна довжини, %	Оцінка фітотоксичності
1	2	3	4	5	6	7
Крес-салат						
Контрольний субстрат	4,07 ±0,51	-	-	2,41±0,18	-	-
Шлам	2,7 ±0,32	-33,61	середня	1,37 ±0,23	-42,92	середня
Ростовий субстрат із внесенням 10 г/кг шламу	4,54 ±0,44	+11,7	допустима	3,31 ±0,43	+34,8	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 100 г/кг шламу	5,22 ±0,57	+28,4	допустима	2,91 ±0,35	+21,3	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 500 г/кг шламу	4,86 ±0,38	+19,6	допустима	2,62 ±0,22	+9,27	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 1000 г/кг шламу	4,43 ±0,23	+8,93	допустима	2,56 ±0,57	+6,67	допустима
Гірчиця						
Контрольний субстрат	5,78 ±0,36	-	-	3,83 ±0,34	-	-
Шлам	5,03 ±0,23	-12,98	слабка	2,7 ±0,27	-29,5	слабка
Ростовий субстрат із внесенням 10 г/кг шламу	6,28 ±0,61	+8,62	допустима	4,74 ±0,33	+23,8	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 100 г/кг шламу	6,62 ±0,46	+14,6	допустима	5,04 ±0,46	+31,7	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 500 г/кг шламу	7,48 ±0,37	+29,4	допустима	5,89 ±0,37	+53,7	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 1000 г/кг шламу	8,27 ±0,34	+43,08	допустима	6,53 ±0,24	+70,5	допустима
Пшениця						
Контрольний субстрат	8,02 ±0,57	-	-	6,26 ±0,29	-	-
Шлам	8,59 ±0,31	+7,11	допустима	6,96 ±0,56	+11,18	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 10 г/кг шламу	10,02 ±0,73	+24,7	допустима	8,59 ±0,42	+37,2	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 100 г/кг шламу	9,74 ±0,43	+21,4	допустима	8,31 ±0,72	+32,8	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 500 г/кг шламу	9,51 ±0,67	+18,6	допустима	7,93 ±0,24	+26,7	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 1000 г/кг шламу	9,13 ±0,48	+13,84	допустима	7,02 ±0,33	+12,14	допустима
Кукурудза						
Контрольний субстрат	8,75 ±0,21	-	-	11,37 ±0,53	-	-
Шлам	9,77 ±0,42	+11,66	допустима	16,23 ±0,27	+42,74	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 10 г/кг шламу	9,32 ±0,28	+6,53	допустима	11,51 ±0,43	+1,17	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 100 г/кг шламу	9,38 ±0,46	+7,22	допустима	11,66 ±0,64	+2,51	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 500 г/кг шламу	9,48 ±0,24	+8,34	допустима	11,56 ±0,43	+1,73	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 1000 г/кг шламу	9,60 ±,56	+9,71	допустима	11,43 ±0,32	+0,53	допустима

1	2	3	4	5	6	7
Со́я						
Контрольний субстрат	1,23 ±0,37	-	-	14,75 ±0,26	-	-
Шлам	2,43 ±0,28	+97,56	-	14,89 ±0,84	+0,95	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 10 г/кг шламу	1,69 ±0,13	+37,6	допустима	15,91 ±0,31	+7,83	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 100 г/кг шламу	2,26 ±0,58	+83,4	допустима	16,15 ±0,16	+9,46	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 500 г/кг шламу	3,16 ±0,23	+157,3	допустима	15,77 ±0,42	+6,92	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 1000 г/кг шламу	3,92 ±0,37	+218,7	допустима	15,01 ±0,34	+1,76	допустима
Ячмінь						
Контрольний субстрат	7,86 ±0,34	-	-	5,83 ±0,46	-	-
Шлам	9,58 ±0,28	+21,88	допустима	6,54 ±0,25	+12,18	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 10 г/кг шламу	11,17 ±0,82	+42,1	допустима	6,46 ±0,61	+10,8	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 100 г/кг шламу	12,31 ±0,63	+56,7	допустима	6,79 ±0,54	+16,4	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 500 г/кг шламу	13,57 ±0,73	+72,65	допустима	7,28 ±0,48	+24,87	допустима
Ростовий субстрат із внесенням 1000 г/кг шламу	12,67 ±0,38	+61,2	допустима	8,24 ±0,19	+41,34	допустима

У зразках, під час оцінки фітотоксичного впливу шламу, традиційної технології механічної переробки вторинних полімерів, на вегетаційні властивості досліджуваних рослин (табл. 4.2) встановлено, що фітотоксичного впливу шламу не виявлено в процесі вирощування кукурудзи, пшениці, ячменю та сої. Встановлено, що внесення шламу до контрольного субстрату сприяло стимулюванню росту та розвитку вище зазначених культур. Можливо стимулювання викликано складом шламу – складеного практично повністю залишками полімерів. Внесення шламу в ґрунт збільшує його аерацію, полегшуючи його структуру, це покращує доступність азоту та органічних складових ґрунту для рослин і, таким чином, стимулює їх ріст.

Для крес-салату та гірчиці досліджений шлам чинить фітотоксичний вплив лише у випадку вирощування рослин без додавання ґрунту. Виявлено, що вирощування даних рослин на шламі викликає середню (до -42,92 %), для крес-салату та слабку (до -29,5 %), для гірчиці фітотоксичність. Під час додавання шламу, навіть у пропорції 1:1, до ґрунтових субстратів, спостерігається стимулювання їх росту та розвитку для даних рослин. За оцінкою по фітотоксичності відходить традиційної технології механічної переробки вторинних полімерів віднесено до 3 класу.

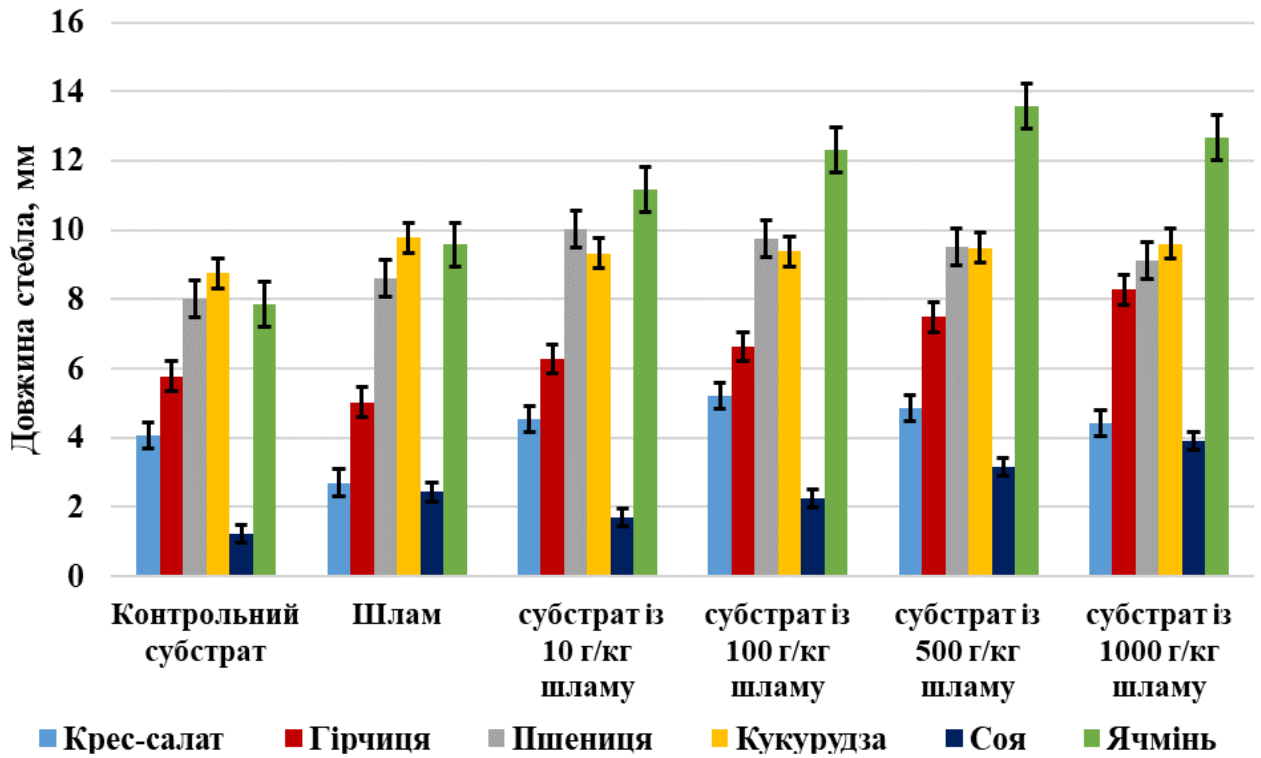


Рисунок 4.22. – Вплив шламу механічної переробки полімерної сировини зі стадією механічної активації на довжину стебла різних видів рослин

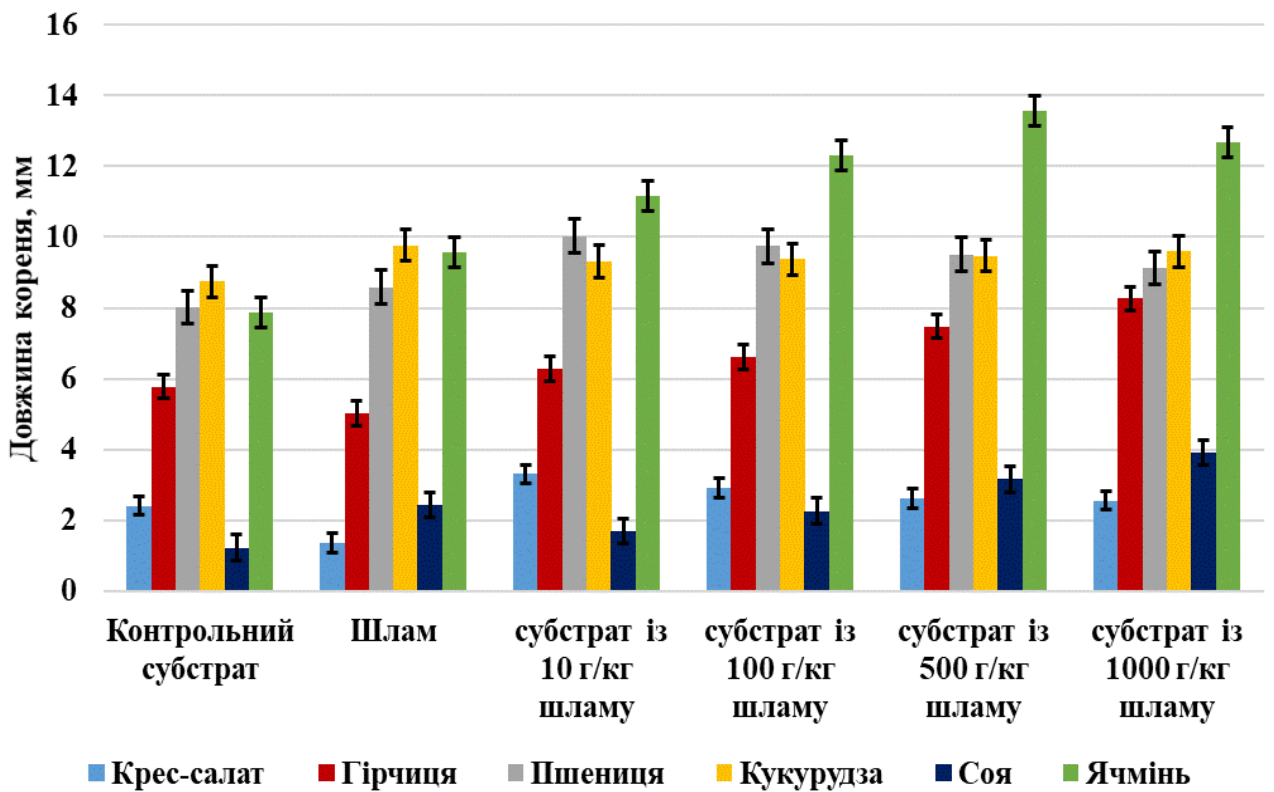


Рисунок 4.23. – Вплив шламу механічної переробки полімерної сировини зі стадією механічної активації на довжину кореня різних видів рослин

Під час дослідження фітотоксичного впливу шламу, технології механічної переробки вторинних полімерів із стадією механічної активації, на вегетаційні властивості досліджуваних рослин (рис. 4.22, 4.23) встановлено, що фітотоксичного впливу шламу не виявлено в процесі вирощування кукурудзи, пшениці, ячменю та сої. Внесення шламу до субстратів стимулювало ріст стебел та розвиток коренів даних культур, як і в зразках із шламом отриманим від традиційної технології механічної переробки полімерів. Так само, як і під час дослідження фітотоксичності шламу від традиційної технології, найбільш чутливими до впливу виявились крес-салат і гірчиця. Для крес-салату та гірчиці досліджений шлам чинить фітотоксичний вплив лише у випадку вирощування рослин без додавання ґрунту. Виявлено, що вирощування даних рослин на шламі викликає слабку (до -27,52 %), для крес-салату та слабку (до -12,64 %), для гірчиці фітотоксичність. Під час додавання шламу в до ростових субстратів у будь-яких пропорціях виявлено стимулювання їх росту та розвитку для усіх досліджених рослин. За оцінкою по фітотоксичності відходи технології механічної переробки вторинних полімерів із стадією механічної активації віднесено до 4 класу.

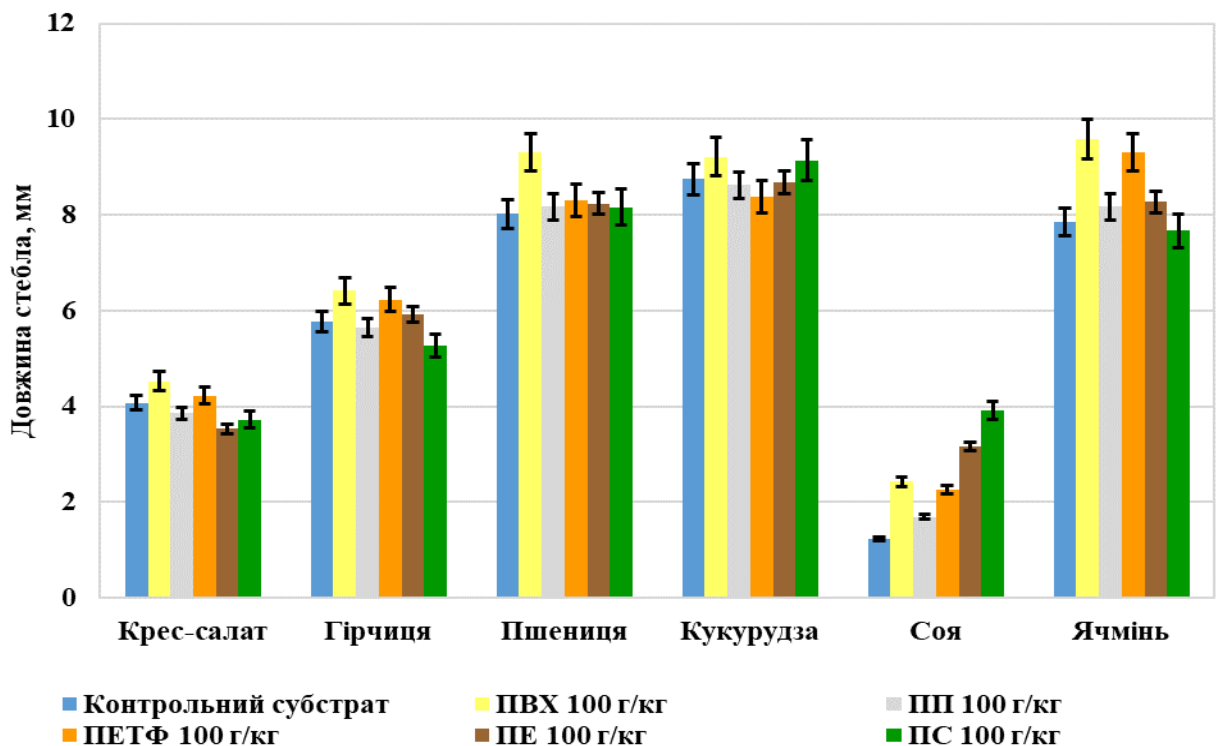


Рисунок 4.24. – Вплив продуктів механічної переробки полімерної сировини традиційною технологією на довжину стебла різних видів рослин

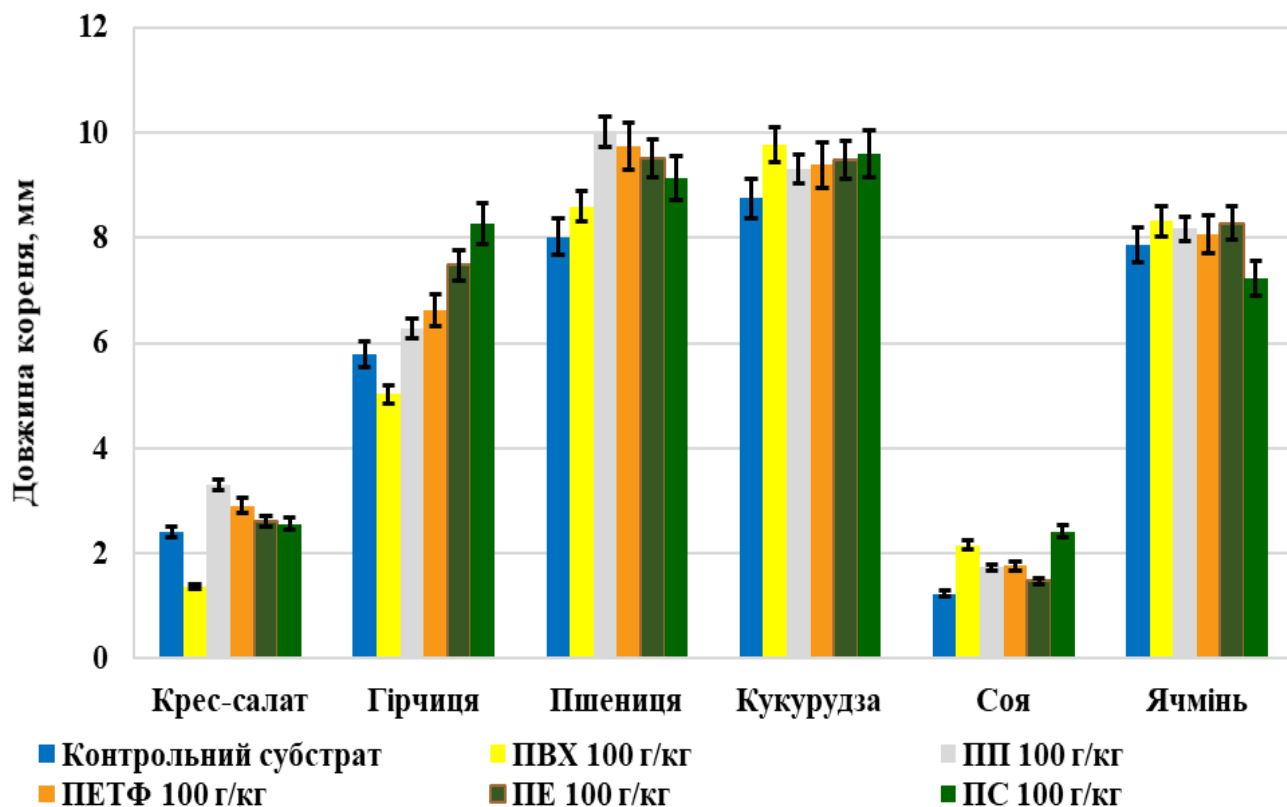


Рисунок 4.25. – Вплив продуктів механічної переробки полімерної сировини традиційною технологією на довжину кореня різних видів рослин

Оцінка фітотоксичного впливу, на довжину стебла досліджуваних рослин, зразків ґрунтових сумішей із продуктами механічної переробки полімерної сировини традиційною технологією в кількості 100 г / кг показала наявність впливу від усіх продуктів переробки крім ПВХ, що характеризувався як слабкий у межах від – 2,06 % (ПП) до – 13,27 % (ПС) (рис. 4,24). Вплив на довжину кореня був встановлений лише для зразків у які додано продукти переробки з ПС (- 7,23 %) і він характеризувався як слабкий та ПВХ (-43,52 %), який оцінено, як середній (рис. 4,25). Найбільш чутливими рослинами до впливу продуктів переробки виявились крес-салат і гірчиця. За оцінкою фітотоксичної дії продукти переробки вторинних полімерів отримані традиційною технологією віднесено до 4 класу небезпеки, крім ПВХ – 3 клас небезпеки.

Оцінка фітотоксичного впливу від продуктів переробки вторинних полімерів отриманих за технологією механічної переробки зі стадією механічної активації показала наявність впливу від продуктів переробки ПВХ на гальмування росту довжини стебла (-27,83 %) та кореня (-16,24 %). Фітотоксичний вплив від продуктів переробки ПВХ оцінено як слабкий (рис. 4.26, 4.27).

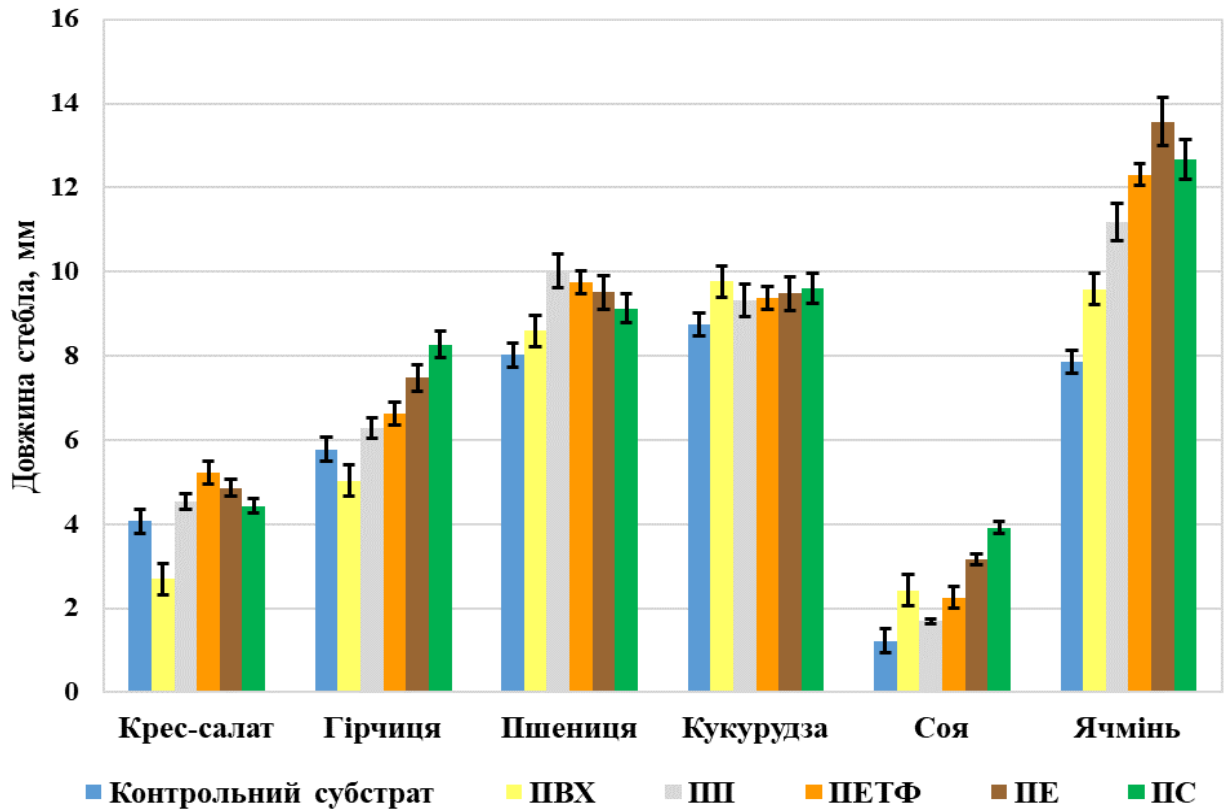


Рисунок 4.26. – Вплив продуктів механічної переробки полімерної сировини зі стадією механічної активації на довжину стебла різних видів рослин

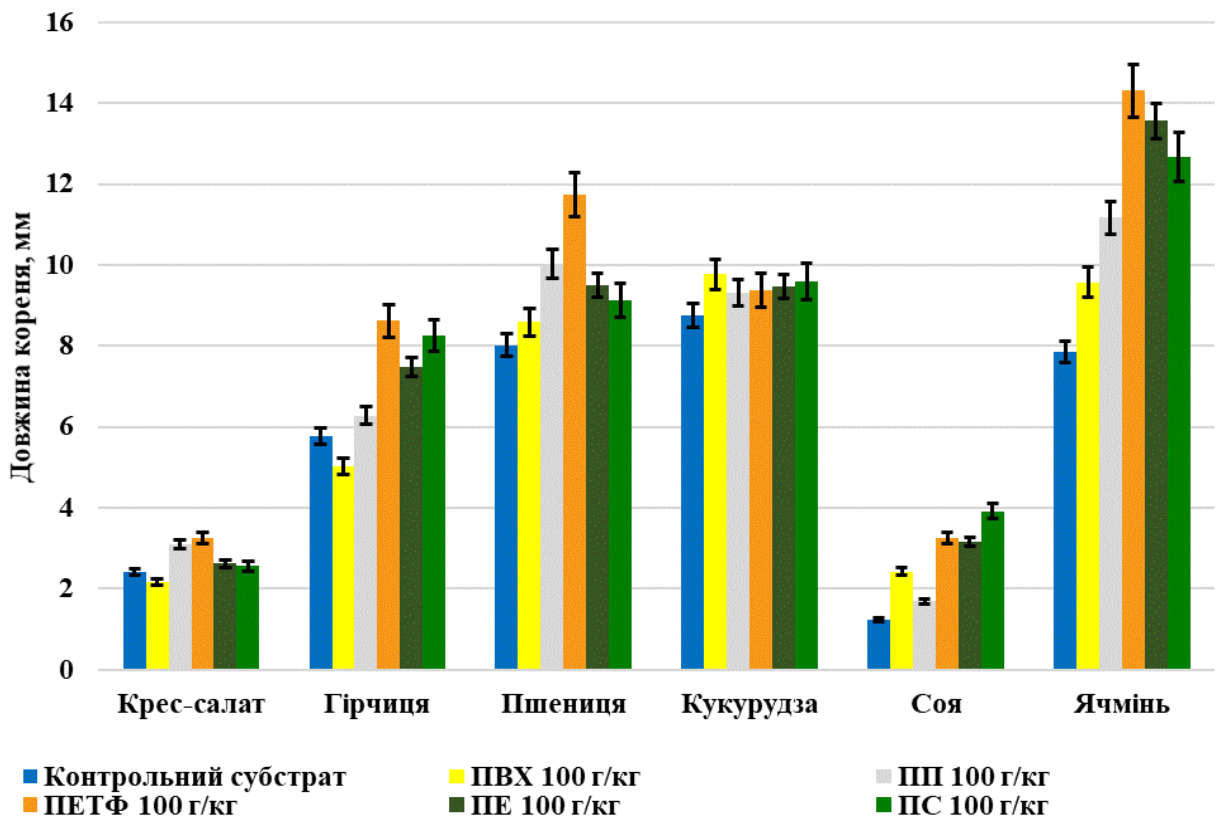


Рисунок 4.27. – Вплив продуктів механічної переробки полімерної сировини зі стадією механічної активації на довжину кореня різних видів рослин

Для інших продуктів переробки вторинних матеріалів даною технологією фітотоксичного впливу встановлено не було. Найбільш чутливими рослинами до фітотоксичного впливу виявились крес-салат і гірчиця. За оцінкою фітотоксичної дії всі досліджені продукти переробки вторинних полімерів за технологією механічної переробки зі стадією механічної активації віднесено до 4 класу небезпеки.

Наступним етапом оцінки можливого фітотоксичного впливу було дослідження міграції наявних у ростових субстратах важких металів та їх накопичення у процесі росту й розвитку рослин у рослинах, які росли у зразках із різним вмістом шламу з двох технологій переробки вторинних полімерів. Для цього дослідили рослинний матеріал (усереднена проба), вирощений у контрольних зразках в зразках із різним вмістом шламу (табл. 4.3, рис.4.28, 4.29). У підготовлені зразки:

- контрольний субстрат - промитий пісок гранулометричного складу: 10 % частинок, більших від 0,6 мм, 80 % між 0,2 мм та 0,6 мм і 10 % - менших за 0,2 мм;

- ростовий субстрат (суміш контрольного субстрату зі шламом) із винесенням досліджуваного шламу в кількості: 10 г/кг; 100 г/кг; 500 гр/кг, 1000 мг/кг;

- «умовно чистий ґрунт» - ґрунт з Галицького національного парку, Галицького району Івано-Франківської області, використано з метою отримання більш інформативних результатів, що максимально наближені до реальних умов вирощування сільсько-господарської продукції на ґрунтах які зазнали мінімального техногенного впливу;

- шлам - шлам від переробки сумішей полімерних відходів традиційною технологією механічної переробки (шлам А) та технологією механічної переробки полімерів зі стадією механічної активації (шлам Б).

Дослідження вмісту важких металів (Pb, Cu, Cd, Zn, Ni) провели атомно-абсорбційним методом у відповідності до МВВ 081/12-0009-01 (сполук Pb), МВВ 081/12-0117-03 (Ni), МВВ 081/12-0012-01 (Cr), МВВ 081/12-0013-01 (Zn) [15-18].

Дослідження показало незначний вміст важких металів у рослинному матеріалі (усереднена проба) вирощеному в лабораторних умовах у всіх досліджених зразках із різним вмістом шламу.

Вміст рухомих форм важких металів в усереднених пробах ростових субстратів та шламу

Назва зразка	Вміст важких металів, мг/кг				
	Pb	Cu	Ni	Cd	Zn
Контроль	0,187 ±0,054	2,417 ±0,15	2,438 ±0,25	0,026 ±0,0053	1,462 ±0,18
„Умовно чистий ґрунт”	0,218 ±0,062	2,297 ±0,24	2,396 ±0,27	0,041 ±0,057	1,581 ±0,23
Шлам (А)	0,398 ±0,073	1,215 ±0,16	2,032 ±0,24	0,028 ±0,046	1,654 ±0,36
Шлам (Б)	0,327 ±0,056	1,353 ±0,085	2,653 ±0,22	0,032 ±0,057	1,978 ±0,23
ГДК рухомих форм у ґрунті	6,0	3,0	4,0	0,7	23,0
СанПіН 42-123-4089-86 «ГДК важких металів і арсену в продовольчій сировині і харчових продуктах»	1,0	25,0	4,0	0,05	50,0

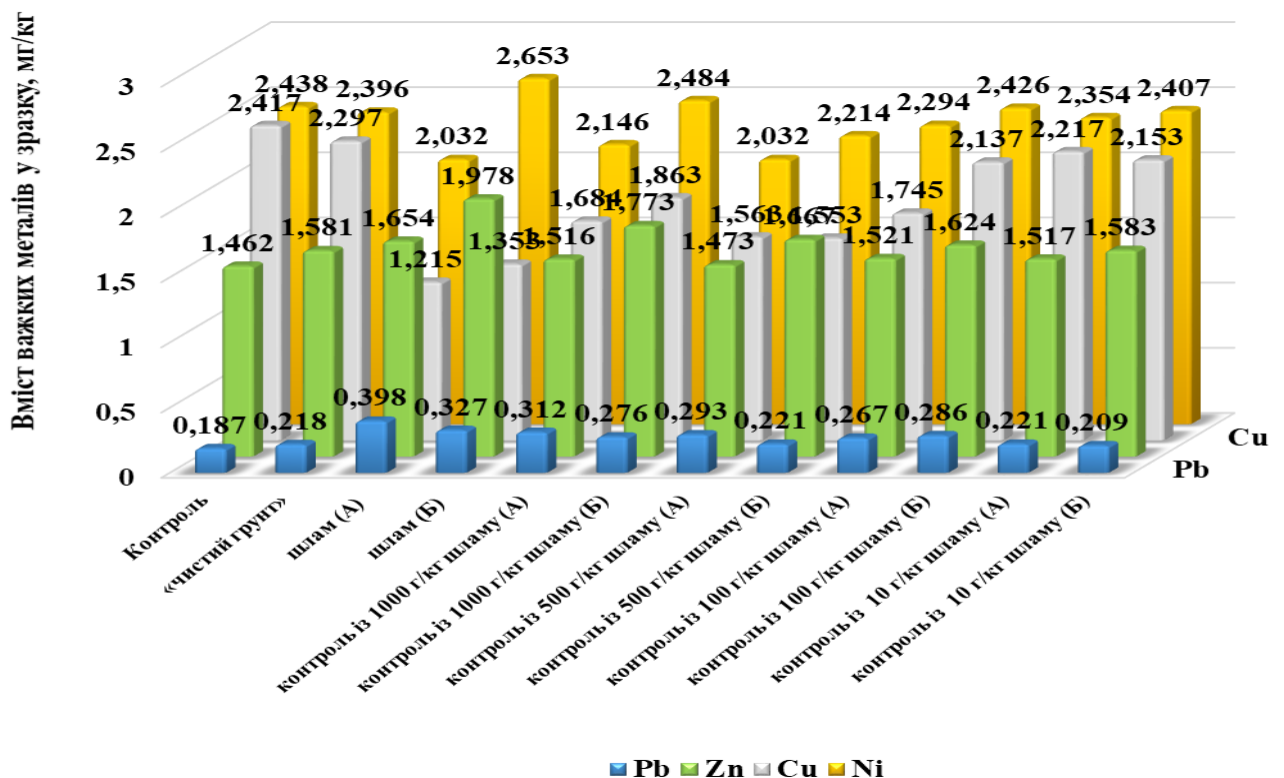


Рисунок 4.28. – Зміна вмісту важких металів в усереднених пробах рослинного матеріалу вирощеного з додаванням різної концентрації шламу (А – традиційна, Б – зі стадією механічної активації) механічної переробки вторинної полімерної сировини

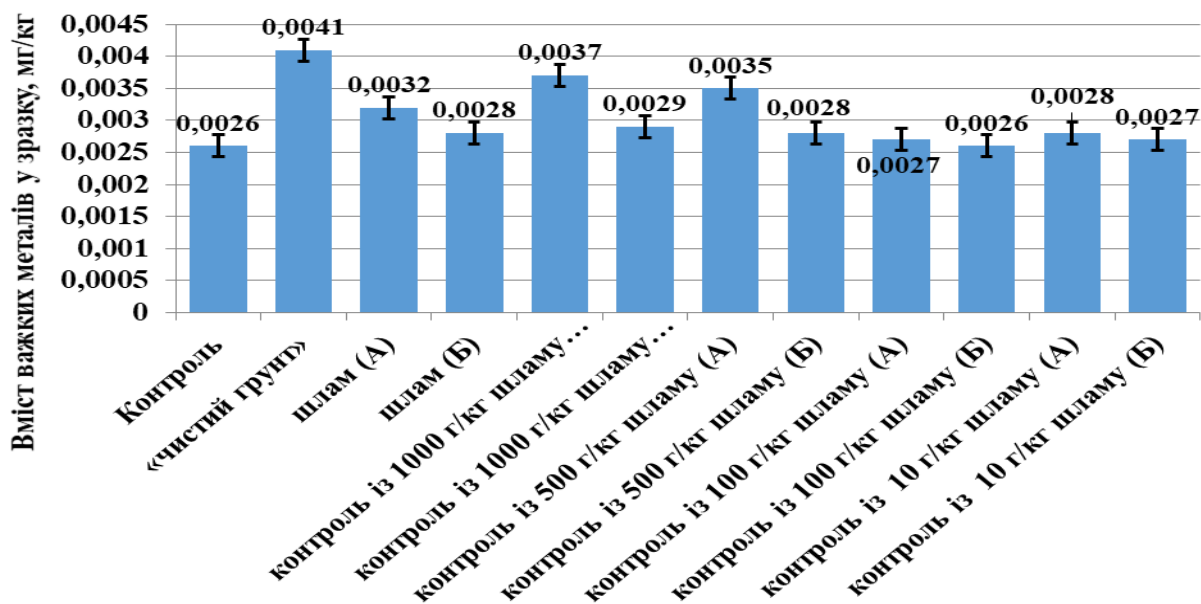


Рисунок 4.29. – Зміна вмісту кадмію (Cd) в усереднених пробах рослинного матеріалу вирощеного з додаванням різної концентрації шламу механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації (А) та за традиційною технологією (Б).

Зокрема, вміст міді, нікелю, кадмію у пробі - рослинний матеріал, вирощений на шламі (А) був нижчим ніж вміст цих металів у пробах - „умовно чистий ґрунт” контрольний субстрат. Вміст свинцю був вищим у порівнянні з контрольними зразками 2,13рази й 1,83 разів у порівнянні зі зразками на «умовно чистому ґрунті» та нижчим на 40 % у порівнянні з нормами СанПіН 42-123-4089-86 «Гранично допустимі концентрації важких металів і арсену в продовольчій сировині і харчових продуктах». В усіх інших зразках вміст свинцю знижувався від 2,13 разів до 1,18 раза порівняно із «умовно чистим ґрунтом». Вміст міді і нікелю ставав більш біологічно доступним і інтенсивніше мігрував у зразках субстратів із мінімальним вмістом шламу 100 гр/кг та 10 г/кг.

У зразках зі шламом (Б) вміст свинцю коливався від 0,327 мг/кг, що в 1,75 раза вище значень зафіксованих у контрольних субстратах, до 0,221 мг/кг, що в 1,18 раза вище значень контролю. Вміст нікелю коливався від 2,653 мг/кг до 2,214 мг/кг та у всіх випадках був вищий за рівень контрольних зразків.

У загальному в жодному з досліджених зразків, вирощених із додаванням шламу від двох технологій переробки вторинних полімерів, не виявлено перевищення за вмістом важких металів згідно норм СанПіН 42-123-4089-86 [534].

Дослідженням міграції наявних у ростових субстратах важких металів та їх накопичення у процесі росту рослин, встановлено, присутність зв'язаних форм важких металів міді, нікелю, кадмію та цинку – міграцію яких у досліджені рослини не виявлено. Однак виявлено рухливі форми свинцю, що мігрує з досліджених субстратів і шламу в рослини та накопичується у них [532,533].

4.3.4 Оцінка небезпеки відходів та продуктів механічної переробки полімерних матеріалів за орієнтовним водно-міграційному показником

З урахуванням передбачуваного подальшого вивезення шламу з процесів механічної переробки на звалища побутових відходів чи додавання його у деякій кількості до ґрунту, що використовують для засипання звалищ відходів доцільним було оцінити небезпеку відходів переробки внаслідок можливої міграції їх компонентів у ґрунті і поверхневій воді шляхом розрахунку орієнтовного водно-міграційного показника (ОВМП). Розрахунки ОВМП провели за даними протоколів випробувань хімічного складу «Центру біоелементології» ІФНМУ свідоцтво про технічну компетентність №037/19 від 13.06.2019 р. чинне до 12.06.2024 р.

ОВМП розраховують за результатами хімічного аналізу ацетатно-амонійної буферної витяжки (далі – ОВМПб) і водної витяжки (далі – ОВМПв), які відповідно відображають вміст у відході рухомих і водорозчинних форм елементів. Ефект міграції визначається за кратністю перевищення фактичними концентраціями компонентів у буферній і водній витяжках відповідних ГДК. Використання для оцінювання класу небезпеки відходів показників ОВМПб і водної витяжки ОВМПв, на наш розсуд, призводить до більш надійних оцінок з огляду на повноту номенклатури встановлених нормативів гранично-допустимих концентрацій речовин у воді водоєм господарсько-питного і культурно-побутового водокористування і, як наслідок, можливість врахувати вплив значно більшої кількості компонентів відходу.

У Додатку Г та на рисунку 4.30 представлені результати розрахунку ОВМПб і ОВМПв для вивчених відходів полімерних матеріалів і продуктів механічної переробки полімерної вторинної сировини без / зі стадією механічної активації та їх зміна під час додавання до ґрунту в співвідношені 1:10.

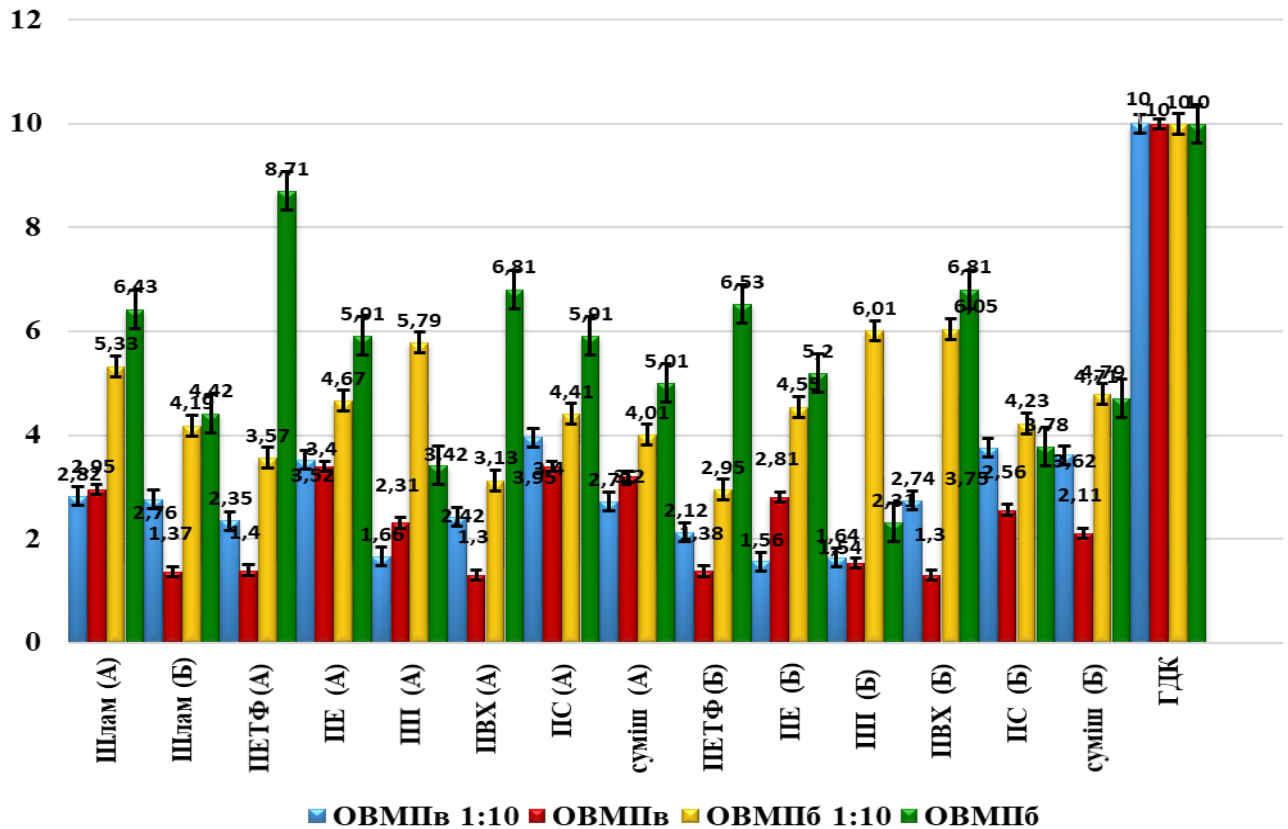


Рисунок 4.30. – Усереднені значення ОБМПв та ОБМПб відходів і продуктів механічної переробки полімерної вторинної сировини без (А) / зі стадією механічної активації (Б) та їх зміна під час додавання до ґрунту в співвідношенні 1:10 (100 гр відходів чи продуктів на 1000 гр ґрунту)

Як видно з отриманих даних за ОБМПб, який є визначальним під час оцінювання водно-міграційного показника, всі досліджувані зразки відходів полімерних матеріалів і продуктів їх переробки мають ОБМП б значно нижчий за норми ГДК – четвертий клас небезпеки [532-533].

4.3.5 Порівняння продуктів та відходів технологій механічної переробки, зі/без стадії механічної активації, вторинної полімерної сировини вилученої із твердих побутових відходів за результатами біотестування

Наступним кроком стало проведення комплексної гігієнічної оцінки небезпеки продукції та відходів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, вилученої з ТПВ, без та зі стадією механічної активації, для навколишнього середовища (табл. 4.4-4.6).

Біотестування продуктів технологій механічної переробки вторинних полімерів традиційної технології (А) та зі стадією механічної активації (Б)

Оцінюваний показник		Назва досліджуваного зразка					
		ПЕТФ (А)/ ПЕТФ (Б)	ПП (А)/ ПП (Б)	ПЕ (А)/ ПЕ (Б)	ПВХ (А)/ ПВХ (Б)	ПС (А)/ ПС (Б)	суміш (А)/ суміш (Б)
Вплив на ґрунтові мікроміцети	Зменшення к-ті, (на 7-му добу), % (<25%)	-2,77 / -1,09	-2,77 / -2,77	7,61 / 3,81	2,17 / 2,17	2,71 / 1,63	1,08 / 0,54
Вплив на сапротрофних бактерії		11,96 / 1,97	-1,32 / -1,37	3,85 / -4,73	3,42 / 3,69	2,99 / 7,69	0,85 / -16,67
Клас небезпеки		4/4 4/4	4/4 4/4	4/4 4/4	4/4 4/4	4/4 4/4	4/4 4/4
Летальність <i>Daphnia magna</i> Straus, % (за 96 год) R=10; R=1 (<50)		ПЕТФ (А)/ ПЕТФ (Б)	ПП (А)/ ПП (Б)	ПЕ (А)/ ПЕ (Б)	ПВХ (А)/ ПВХ (Б)	ПС (А)/ ПС (Б)	суміш (А)/ суміш (Б)
		1000 г/дм ³	1000 г/дм ³	1000 г/дм ³	1000 г/дм ³	1000 г/дм ³	1000 г/дм ³
		0; 0 / 0; 0	0; 0 / 0; 0	47; 100; / 33; 100	47; 100 / 33; 100	43; 100 / 17; 100	47; 87 / 33; 77
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Приріст <i>Paramecium caudatum</i> , Km, (%) за 48 год (>50 – норма)		89,0 / 93,60	83,15 / 87,97	80,45 / 91,24	76,88 / 80,69	83,60 / 87,48	82,94 / 89,54
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Фітотестування - схожість, <i>Lepidium sativum</i> L., <i>Sinapis alba</i> L., <i>Triticum aestivum</i> , <i>Zea mays</i> L., <i>Glycine</i> L., <i>Hordeum vulgare</i> L. (%), (< 10% - норма, 10 - 30 % - слабка, 30 - 50 % - середня, >50% - недопустима)		ПЕТФ (А)/ ПЕТФ (Б)	ПП (А)/ ПП (Б)	ПЕ (А)/ ПЕ (Б)	ПВХ (А)/ ПВХ (Б)	ПС (А)/ ПС (Б)	суміш (А)/ суміш (Б)
		100 г/кг	100 г/кг	100 г/кг	100 г/кг	100 г/кг	100 г/кг
		98-100 / 98-100	96-100 / 98-100	98-100 / 98-100	94-100 / 96-100	98-96 / 96-100	98-100 / 100-100
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Фітотестування – довжинна стебла, % до контролю		-4 – 43 / 9 – 72	-2 – 16 / 4 – 18	-11 – 13 / 3,5 – 117	14 – 38 / - 28 – 97	-13 – 4 / 8 – 243	-2,8 – 34 / 5 – 162
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Фітотестування – довжина кореня, % до контролю		3 – 28 / 14 – 167	4,5 – 42 / 7 – 23	16 – 21 / 19 – 309	-43 – 73 / -16 – 64	-7 – 16 / 3,6 – 261	1,6 – 42 / 13 – 184
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	3 / 4	4 / 4	4 / 4
Усереднені значення ОВМПв та (ОВМПб), (норма < 10)		1,4 (8,71) / 1,38 (6,53)	2,31 (3,42) / 1,54 (2,31)	3,40 (5,907) / 2,81 (5,204)	1,30 (6,81) / 1,37 (6,32)	3,40 (5,907) / 2,56 (3,78)	3,20 (5,01) / 2,11 (4,71)
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Усереднені значення ОВМПв та (ОВМПб) в ґрунті, 1:10, (норма < 10а)		2,35 (3,57) / 2,12 (3,35)	1,66 (6,29) / 1,64 (6,01)	3,52 (4,67) / 2,56 (4,55)	2,92 (6,13) / 2,74 (6,05)	3,95 (4,41) / 3,75 (4,23)	3,13 (5,01) / 2,82 (4,79)
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Підсумковий клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	3 / 4	4 / 4	4 / 4

Узагальнюючи отримані дані (табл 4.4) можна зробити висновок, що всі досліджені зразки продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини без та зі стадією механічної активації не виявляють гігієнічно значимих токсичних ефектів впливу на тест об'єкти, ні в розведеннях 1:1, ні в більш високих розведеннях. Низька ступінь санітарно-хімічної небезпеки також підтверджується невеликими значеннями показників водно міграційної небезпеки. Всі досліджувані зразки за сукупністю результатів біотестування мають четвертий клас небезпеки, що добре корелює з наявними літературними даними присвяченими дослідженням полімерів та їх відходів.

Аналізуючи отримані результати біотестування відходів (шламу) досліджених процесів механічної переробки (табл. 4.5) встановлено, що шлам процесу традиційної технології механічної переробки виявляє токсичний ефект лише під час фітотестування на зміну довжини стебла та кореня. Шлам отриманий у процесі механічної переробки зі стадією механічної активації не виявляє гігієнічно значимих токсичних ефектів впливу на дослідженні тест об'єкти в будь-яких концентраціях.

Отже, шлам без розведення традиційної технології механічної переробки вторинної полімерної сировини за підсумковим індексом небезпеки віднесено до 3 класу небезпеки, а розробленої технології зі стадією механічної активації – до 4 класу небезпеки.

За показниками біотестування проведено порівняння традиційної технології механічної переробки вторинної полімерної сировини, результати якої прийнято за 100 %, та розробленої, зі стадією механічної активації (табл. 4.7). Встановлено, що розроблена технологія переробки вторинної полімерної сировини є достовірно більш гігієнічно безпечною за показниками: впливу на летальність *Daphnia magna Straus* за 96 годин, фітотестування за довжиною стебла та кореня; ОВМП хімічних речовин водних та буферних розчинів у воді та під час введення у ґрунт [532-533].

Біотестування відходів технологій механічної переробки вторинних полімерів традиційної технології (А) та зі стадією механічної активації (Б)

Оцінюваний показник		Назва досліджуваного зразка			
		шлам (А)/ шлам (Б)	шлам (А)/ шлам (Б) 1 : 1	шлам (А)/ шлам (Б) 1 : 2	шлам (А)/ шлам (Б) 2 : 1
Вплив на ґрунтові мікроміцети	Зменшення к-ті, (на 7-му добу), % (<25%)	19,38 / 12,75	1,02 / -3,06	4,08 / -1,02	-0,51 / -1,02
Вплив на сапротрофніх бактерії		11,17 / 8,11	-1,71 / -2,99	2,99 / 1,71	-1,28 / -5,98
Клас небезпеки		4 / 4 4 / 4	4 / 4 4 / 4	4 / 4 4 / 4	4 / 4 4 / 4
Величина летальності <i>Daphnia magna</i> Straus, %, (за 96 год) (норма < 50%)		шлам (А)/ шлам (Б) 1000 г/дм ³	шлам (А)/ шлам (Б) 100 г/дм ³	шлам (А)/ шлам (Б) 10 г/дм ³	шлам (А)/ шлам (Б) 1 г/дм ³
		43/30	27 /10	7 / 3	0 / 0
Клас небезпеки		4/4	4/4	4/4	4/4
Приріст <i>Paramecium caudatum</i> , Km, (%) за 48 год (>50 – норма)		51 / 80	77,5 / 93	97 / 101	96 / 953
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Фітотестування - схожість, <i>Lepidium sativum</i> L., <i>Sinapis alba</i> L., <i>Triticum aestivum</i> , <i>Zea mays</i> L., <i>Glycine</i> L., <i>Hordeum vulgare</i> L. (%), (< 10% - норма, 10 -30 % - слабка, 30 -50 % - середня, >50% - недопустима)		шлам (А)/ шлам (Б)	шлам (А)/ шлам (Б) 1000 г/кг	шлам (А)/ шлам (Б) 500 г/кг	шлам (А)/ шлам (Б) 10 г/кг
		94-100 / 92-100	98-100 / 97-100	94-97,5 / 98-100	96,7-100 / 98-100
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Фітотестування – довжинна стебла, % до контролю		-34 – 97 / -12 – 27	9 – 219 / 2,7 – 354	8 – 157 / 19 – 183	6 – 42 / 14 – 31
Клас небезпеки		3 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Фітотестування – довжина кореня, % до контролю		-42 – 43 / -27 – 215	0,5 – 70 / 14 – 354	1,7 – 54 / 12 – 236	1,2 – 37 / 21,5 – 96
Клас небезпеки		3 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Усереднені значення ОБМПв та (ОБМП ₆) в ґрунті, (норма < 10)		2,95 (6,43) / 1,37 (4,42)			
Клас небезпеки		4 / 4			
Усереднені значення ОБМПв та (ОБМП ₆) в ґрунті, 1:10, (норма < 10)		2,82 (5,33) / 2,76 (4,19)			
Клас небезпеки		4 / 4			
Підсумковий клас небезпеки		3 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4

Порівняння показників біотестування технологій механічної переробки вторинних полімерів традиційної (за 100 %) та зі стадією механічної активації,

Оцінюваний показник		Назва зразка						
		ПЕТФ	ПП	ПЕ	ПВХ	ПС	суміш	шлам
Вплив на ґрунтові мікроміцети	Зменшення к-ті, (на 7-му добу), % (<25%)	-3,86	0	4,20	0	2,71	0,56	34,2
Вплив на сапротрофних бактерії		10,0	2,3	8,58	-0,23	3,79	17,42	27,4
Летальність <i>Daphnia magna</i> Straus, (96 год) R=10; R=1		0; 0	0; 0	14; 0	14; 0	26; 0	26; 10	30; 2
Приріст <i>Paramecium caudatum</i> , за 48 год		4	4,82	11,8	3,81	3,72	6,59	56,9
Фітотестування - схожість		0	2	0	2	4	2	-2,1
Фітотестування – довжинна стебла		29	6	104	59	239	128	72,2
Фітотестування – довжина кореня		139	2,5	188	27	245	122	500
ОВМПв (ОВМП ₆)		1,44 (25)	33,3 (32,5)	17,35 (12,3)	-5,38 (7,2)	24,7 (36,2)	34(6,1)	53,6 (31,3)
ОВМПв (ОВМП ₆) в ґрунті, 1:10		11,5 (6,2)	1,2 (4,45)	27,3 (2,6)	6,2 (1,3)	5,06 (4,1)	9,9 (4,4)	3,13 (21,4)

Висновки розділу 4

Розроблена технологія механічної переробки вторинних полімерів із включенням стадії механоактивації ґрунтується на удосконаленні відомого механічного способу переробки полімерів, який потребував значних матеріальних та енергетичних витрат і включав одинадцять операцій. Запропонована маловідходна технологія містить на чотири операції менше порівняно з відомою і дозволяє виключити з процесу переробки: сортування полімерів за кольором та типом; видалення корків та етикеток із емностей; флотацію; повторне подрібнення; промивку від мийних засобів. Дана технологія на $21,8 \pm 4,6$ % зменшила енерговитрати, на $27,8 \pm 1,4$ % пришвидшила процес переробки вторинної полімерної сировини, зменшила кількість газоподібних викидів на $51,44 \pm 8,05$ % і на $6,3 \pm 1,68$ % шламу порівняно з традиційною механічною технологією переробки вторинних полімерів.

Розроблений пристрій для подрібнення сумішей вторинних полімерів на фрагменти заданих розмірів забезпечує значно краще захоплення та ущільнення пустотілих полімерних відходів і, як наслідок, більш стабільну їх подачу в зону різання. Завдяки чому, забезпечено зниження споживання електричної енергії на $8,3 \pm 3,68$ %. Розроблений пристрій можна встановити будь-якому пункті прийому вторинної полімерної сировини та використовувати для зменшення обсягів і попередньої підготовки як відсортованих полімерів, так і їх сумішей.

Включення до процесу механічної переробки вторинних полімерів стадії механічної активації дало можливість скоротити кількість стадій переробки та отримати конкурентний гігієнічно безпечний продукт, який можна застосовувати у різних галузях народного господарства (будівництві, виготовлення фільтрів і сорбентів, як наповнювач і т.п). Стадія механічної активації включає пристрій для механічної активації подрібнених полімерів різних типів із/без їх розділення, який застосовують для збільшення питомої поверхні та покращення адгезивних і адсорбційних властивостей перероблених полімерів, що дає можливість застосовувати продукти переробки полімерів у різних галузях народного господарства. Завдяки цьому буде зменшено як кількість полімерних відходів, що потрапляють на полігони та звалища, так і техногенне навантаження від них на всі компоненти біосфери і населення.

Аналіз результатів фітотоксичної дії на проростання досліджених рослин показав, що досліджений шлам досліджених технологій переробки вторинних полімерів, не виявляє негативного впливу на процес проростання крес-салату, гірчиці, кукурудзи. Рівень фітотоксичного впливу шламу на проростання сої та ячменю знаходився в межах допустимого.

Проведеними дослідженнями з оцінки фітотоксичної дії шламу отриманого у процесі механічної переробки вторинної змішаної полімерної сировини вилученої з твердих побутових відходів встановлено, що визначення фітотоксичності даного виду шламу на процес проростання та вегетаційні зміни рослин раціонально проводити на найбільш чутливих культурах – крес-салат і гірчиця.

Досліджені культури сої, кукурудзи, пшениці та ячменю не були чутливими до фітотоксичного впливу шламу переробки полімерної вторинної сировини.

Разове внесення водних витяжок із зразків відходів та продуктів переробки вторинних полімерів за традиційною технологією механічної переробки та технологією зі стадією механічної активації в ґрунт у вигляді водних екстрактів ($R = 1$) не спричиняє негативного впливу на основні групи ґрунтових мікробіоценозів і, згідно з додатком 7 Санітарних правил СП 2.1.7.1386-03 «Визначення класу небезпеки токсичних відходів виробництва та споживання», дані зразки можуть бути віднесені до IV класу небезпеки.

Всі зразки відходів та продуктів переробки вторинних полімерів за дослідженими технологіями механічної переробки не виявляють гігієнічно значимих токсичних ефектів впливу на водні та ґрунтові тест об'єкти, ні в розведеннях 1:1 ні в більш високих розведеннях. Низька ступінь санітарно-хімічної небезпеки також під підтверджується невеликими значеннями показника водно міграційної небезпеки. Всі досліджувані зразки за сукупністю результатів біотестування мають четвертий клас небезпеки, що добре корелює з наявними літературними даними.

За результатами проведеного комплексного біотестування встановлено, що досліджені продукти переробки вторинної полімерної сировини традиційної механічної переробки та розробленої нами технології зі стадією механічної активації, належать до 4 класу небезпеки, окрім продуктів з ПВХ, отриманих традиційною переробкою. Відходи виробництв (шлам) без розведення традиційної технології механічної переробки вторинної полімерної сировини за підсумковим індексом небезпеки віднесено до 3 класу небезпеки (пригнічення росту стебла до $-30,3 \pm 2,86$ % та кореня до $-39,92 \pm 3,54$ %), а розробленої технології зі стадією механічної активації – до 4 класу небезпеки.

Результати дослідження стануть фундаментом і забезпечать подальший розвиток нового перспективного напрямку механічного рециклінгу ППВ із застосуванням механічної активації, який був і залишається найбільш екологічно та економічно доцільним методом переробки відходів.

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях: [21,34,38-40,170-177,101,202,370,377,512-533].

РОЗДІЛ 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ ОПЕРАТОРІВ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МЕХАНІЧНИМ МЕТОДОМ

5.1 Гігієнічна характеристика умов праці операторів під час переробки полімерних відходів (розвантаження, подрібнення, миття, сушіння, механічна активація, контроль якості, пакування, зберігання, відвантаження)

Переробка полімерів належить до категорії небезпечних виробництв переробної промисловості і вимагає глибокого й комплексного аналізу виробничого середовища з гігієнічної точки зору з метою мінімізації негативного впливу на здоров'я персоналу і компоненти біосфери [514-518].

Нами розроблено технологію переробки вторинних полімерів, яка заснована на механічному способі. Відомо, що механічний спосіб переробки визнаний найбільш екологічним, гігієнічно безпечним і економічно вигідним способом переробки сумішей полімерів. До такого висновку прийшли провідні гігієністи і профпатологи в зв'язку з відсутністю утворення та виділення високотоксичних, мутагенних і канцерогенних продуктів хімічної й температурної деструкції полімерів у процесі їх механічної переробки. Механічний спосіб переробки не впливає на зміну фізико-хімічних властивостей полімерів, не викликає їх хімічну деструкцію, що мінімізує утворення небезпечних речовин, які можуть вплинути на людину та довкілля [155,156,530].

Згідно з аналізом літературних даних в умовах переробки полімерів на організм працівника впливає комплекс негативних чинників: хімічні речовини, запиленість, вібрація, шум, переохолодження, підвищена вологість і ін. [288,535]. Тому гігієнічна оцінка умов праці проводиться з урахуванням стадій, фаз технологічного процесу, робочих операцій і т. д. При цьому необхідно виділити найбільш несприятливі, за рівнем впливу на працюючих, стадії технологічного процесу переробки, робочі місця і обґрунтувати розробку та проведення заходів, спрямованих на боротьбу з небезпечними і шкідливими виробничими чинниками [461,463,464]. Відомо, що присутні в повітрі робочої зони різноманітні хімічні речовини активно вступають між собою в хімічні

реакції та створюють різні комбінації речовин, що поєднуючись із дією фізичних чинників, підсилює негативний вплив на організм працівника [288,289,536,537].

Із проведеного аналізу літературних та інтернет-джерел встановлено, що основними причинами шкідливих умов праці в процесі переробки полімерів є недосконалість технологічного виробництва, велика кількість ручних операцій, відсутність поточності виробництва, малоефективна вентиляція, недостатня герметизація виробничого устаткування, агрегатний стан самих продуктів виробництва [535-537].

Досліджуваний технологічний процес переробки вторинних полімерів є багатоопераційним виробництвом із наступною послідовністю операцій: вивантаження, розбирання тюків, механічне подрібнення у водному середовищі, мокра очистка, центрифугування, вібровисушування, механічна активація. Все апаратне оформлення процесу переробки є герметичним, крім бункера розвантаження і каналу вивантаження, котрий обладнаний вакуумним відсмоктувачем повітря [535].

Для виявлення основних критеріїв оцінки умов праці вивчено чинники, що впливають на працівників під час процесу переробки полімерів. У дослідженні з гігієнічної оцінки умов праці використовувалися зазначені в методичних рекомендаціях методи, щодо визначення та аналізу, сертифіковані вимірювальні прилади і повірене випробувальне обладнання.

У результаті досліджено: хімічний склад і запиленість повітря робочої зони, параметри мікроклімату в холодний і теплий періоди, шум, вібрацію, важкість і напруженість трудового процесу. Дослідження проведені на всіх етапах технологічного процесу переробки суміші полімерних відходів у полімерні пластівці з активацією їх поверхні.

5.1.1 Мікроклімат

Виробничий мікроклімат повинен забезпечувати нормальний рівень теплообміну організму людини з навколишнім середовищем, комфортне тепловідчуття, високий рівень працездатності і продуктивності праці.

Для вивчення стану мікроклімату були проведені виміри його параметрів у теплий і холодний періоди року на робочих місцях пілотної установки з переробки сумішей ППВ.

Слід зазначити, що в ході технологічного процесу переробки полімерів нагрівання повітря виробничого середовища відбувається за рахунок виробничого обладнання, яке має температуру до 35 ° С.

Результати досліджень мікроклімату досліджуваного процесу переробки наведено в таблицях 5.1 і 5.2.

Таблиця 5.1

Параметри мікроклімату робочої зони в теплий період року на робочих місцях

Робоче місце	Параметри мікроклімату			Клас умов праці
	температура повітря, °С	відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	
оператора автонавантажувача	18,9±8,2	73,4±9,2	0,6±0,34	3.4
розбирача тюків і оператор подрібнення	22,9±2,4	68,6±2,8	0,4±0,06	3.1
оператора технологічного процеса	23,1±0,6	58,2±1,3	0,2±0,04	3.1
вивантажувача-пакувальника	23,6±0,8	59,4±1,4	0,3±0,13	3.1

Так, в теплий період року мінімальна температура повітря на робочих місцях розбирача тюків, вивантажувача-пакувальника і операторів подрібнення та технологічного процесу на початку зміни становила 19 ° С, максимальна 22,5 ° С. Середня температура на початку зміни становила $19,3 \pm 1,3$ ° С за температури зовнішнього повітря +18 ° С. У кінці зміни мінімальна температура в цеху сягала 27,2 ° С, максимальна - 29,6 ° С, середня температура становила $28,4 \pm 1,2$ ° С (за температури зовнішнього повітря +25 ° С). За температури зовнішнього повітря 26-30 ° С середня температура дорівнювала $30,2 \pm 2,2$ ° С. Однак на робочому місці оператора автонавантажувача температура повітря могла змінюватись від $14 \pm 4,3$ ° С до $30,2 \pm 2,2$ ° С протягом робочої зміни.

Параметри мікроклімату робочої зони в холодний період року на робочих місцях

Робоче місце	Параметри мікроклімату			Клас умов праці
	температура повітря, °С	відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	
оператора автотранспорту	11,7±7,4	53,4±12,3	0,7±0,18	3.4
розбирача тюків і оператор подрібнення	18,2±1,8	63,6±3,1	0,4±0,06	3.1
оператора технологічного	19,8±1,6	54,4±1,6	0,2±0,04	3.1
вивантажувача-пакувальника	20,2±1,1	58,4±1,8	0,4±0,2	3.1

У зимовий період року середня температура повітря дорівнювала $18,2 \pm 1,8$ °С за температури зовнішнього повітря -3 °С на початку зміни і $20,5 \pm 1,4$ °С в кінці робочої зміни (за температури зовнішнього повітря 0 °С). Однак на робочому місці оператора автотранспорту температура повітря могла змінюватись від $2 \pm 2,6$ °С до $19,6 \pm 1,4$ °С протягом робочої зміни.

Результати дослідження параметрів мікроклімату виробничого приміщення, в якому здійснюється переробка полімерів методом механічної переробки з включенням стадії механоактивації не відповідають нормативним значенням. Найбільші відхилення від допустимих параметрів реєстрували на робочому місці оператора автотранспорту в холодний ($11,7 \pm 7,4$ °С) і теплий ($18,9 \pm 8,2$ °С) періоди року за температурою повітря і за швидкістю руху повітря ($0,7 \pm 0,18$ м/с та $0,6 \pm 0,34$ м/с відповідно). Це викликано інтенсивним переміщенням працюючого на автокарі під час перевезення тюків із полімерними відходами зі складу в цех, а також відсутністю опалення в складському приміщенні. Роботу оператора автотранспорту віднесено до класу умов праці 3.4. Всі інші робочі місця належать до класу умов праці 3.1 [289,535,537].

Теплове випромінювання від нагрітих поверхонь обладнання в різні періоди року становило від 65 Вт / м² до 135 Вт / м² в залежності від робочого місця. Найбільш високі рівні зареєстровано на робочому місці оператора технологічного процесу від 90 Вт / м² до 135 Вт / м², проте вони носять тимчасовий характер вливу, лише під час обходу устаткування.

Таким чином, мікроклімат на всіх робочих місцях технологічного процесу переробки полімерів є охолоджувальним [537]. Відповідно до ДСНП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248 [474], умови праці робітників у залежності від фаху і розташування робочих місць належать в основному до класу умов праці 3.1, однак робоче місце оператора автотранспорту належить до класу умов праці 3.4. Під час порівняння фактичних значень температури повітря в робочій зоні виробничих приміщень процесу переробки полімерів із нормативними встановлено, що умови праці не відповідають комфортним.

5.1.2 Освітлення

Одним із факторів, що визначає умови роботи і сприяє підвищенню працездатності, є достатнє, рівномірне освітлення робочих місць у виробничих приміщеннях.

Вивчення рівнів освітлення на робочих місцях усіх професійних груп проведено з урахуванням виду зорових робіт. Відповідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення» [438] роботу розбирача тюків і оператора подрібнення, вивантажувача-пакувальника та оператора автотранспорту слід віднести до розряду малої точності VIIа, оператора технологічного процесу розряду середньої точності (IVб).

Лінія з переробки вторинних полімерів обладнана в ангарному приміщенні, в якому відсутнє природне освітлення.

Для загального освітлення виробничих приміщень застосовують світлодіодні лампи із теплим спектром. Для місцевого освітлення теж застосовують світлодіодні лампи. Висота підвісу ламп становить від 6 до 10 м, світильників місцевого освітлення, розташованих безпосередньо над обладнанням, коливається від 2020 до 800 см.

Результати вимірювань рівнів штучного освітлення наведено в таблиці 5.3.

Рівні штучного освітлення на робочих місцях

Робоче місце	Клас точності зорової роботи	Середній рівень освітлення, лк	Необхідний рівень освітлення, лк
оператора автотранспорту	VIIIa	292,2±72,6	200
розбирача тюків і дробильника проходу	VIIIa	364,2±12,6 338,6±11,4	200
оператора технологічного процесу проходу	IVб	380,4±14,6 309,4±12,8	300
вивантажувача-пакувальника проходу	VIIIa	332,6±13,8 316,8±12,6	200

У процесі оцінки рівня освітленості робочих місць досліджуваного процесу переробки полімерів встановлено, що рівень штучного освітлення на всіх етапах виробничого процесу є достатнім. Однак, в зв'язку з тим, що виробнича лінія обладнана в ангарі закритого типу, а природне освітлення на робочих місцях відсутнє, тому клас умов праці - шкідливий 3.2.

Окрім цього, дослідженнями вчених встановлено, що недолік денного природного освітлення призводить до дефіциту вітаміну D, що провокує виникнення цілого спектру захворювань, зокрема аномальну крихкість кісткової тканини внаслідок нестачі кальцію в організмі.

Крім того, природне освітлення впливає на обмін речовин в організмі людини і роботу ендокринної і гормональної систем. Нещодавні дослідження показали, що природне освітлення має важливий невізуальний вплив на наші біологічні процеси. Денне світло необхідне для синхронізації циркадних годин людини, котрі потрібні для стимулювання кровообігу, впливають на обмін речовин і контролюють рівень гормонів в організмі.

Недостача природного освітлення негативно впливає на здоров'я, самопочуття, пильність і якість сну людини. Крім того, багато досліджень показали, що денне освітлення підвищує як розумову, так і фізичну працездатність і знижує агресивність поведінки працівників. Встановлено, що збалансоване освітлення робочого місця може підвищити працездатність працівників від 16 % до 32 % [535,537]

5.1.3 Шум, вібрація

Виробничий шум процесу переробки вторинних полімерів генерується обладнанням переробки, навантажувачем і вентиляційними системами.

Шум, який реєструється в робочій зоні працівників процесу переробки, характеризувався як, переважно, постійний, широкосмуговий, його рівні залежали від виду обладнання. На всіх робочих місцях відзначалися перевищення рівнів звуку (табл. 5.4) згідно ДСН 3.3.037.99 [470].

Із аналізу даних табл. 5.4 можна зробити наступні висновки, що для робочої зони автотранспорту рівень звуку змінювався від 84 дБА до 94 дБА (перевищення до 14 дБА), дробильника від 86 дБА до 93 дБА (перевищення до 13 дБА), розбирача тюків - від 87 дБА до 95 дБА (перевищення до 15 дБА), оператора процесу від 82 дБА до 91 дБА (перевищення до 11 дБА), вивантажувача-пакувальника від 86 дБА до 91 дБА (перевищення до 11 дБА). Перевищення гранично допустимих рівнів звукового тиску фіксували у всьому діапазоні частот від 63 Гц до 8000 Гц. У підсумку інструментальними дослідженнями встановлено, що для всіх етапів процесу переробки сумішей полімерних відходів клас умов праці, з позицій оцінки шумового навантаження, характеризується як шкідливий 3.2 [474].

На всіх етапах процесу переробки полімерів загальна вібрація не перевищувала норм гранично допустимих рівнів - клас умов праці допустимий 2.

Відомо, що довготривалий вплив на людину одночасно загальної вібрації і шуму може спровокувати виникнення гіпертонії, приглуховатість, розлади центральної нервової системи, злоякісні утворення, розлад вестибулярного апарату, захворювання органів травлення і т.д. Якщо ж інтенсивний шум поєднується з нервово-емоційним напруженням, то часто спостерігається тенденція до захворювань на артеріальну гіпертензію [538].

Крім того, у осіб, які зазнали впливу шуму, відбуваються певні порушення активності ферментів і обміну деяких речовин [539]

Таблиця 5.4

Результати вимірювання зміни звукового навантаження на робочих місцях процесу переробки ППВ

№ точки заміру	Місце вимірювання	Характер шуму		Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівень звуку, в дБА	Нормативні рівні шуму та еквівалентні рівні шуму, дБА, дБАекв.	Перевищення ГДР, дБА
		За спектром	За часовими характеристиками	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
				шир.смуг.	постійний	5	6	7	8	9	10	11			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Робоча зона розбирача тюків 87 дБА до 95 дБА (перевищення до 15 дБА)															
1	Робоче місце	+	+	98	95	95	92	89	88	85	82	88	95	80	На 15
				93	94	92	90	87	74	67	66	57	92		На 12
				93	96	92	90	87	75	67	66	57	90		На 10
2	Проходи	+	+	89	90	92	87	81	76	77	77	77	86	80	На 6
				90	91	94	88	81	76	77	76	75	87		На 7
				89	90	92	87	82	76	77	76	75	87		На 7
Робоча зона оператора автонавантажувача 84 дБА до 94 дБА (перевищення до 14 дБА),															
1	Робоче місце	+	+	98	97	95	92	89	88	88	86	88	94	80	На 14
				99	97	94	92	88	88	86	82	88	92		На 12
				98	97	94	92	88	88	86	82	88	90		На 10
2	Проходи	+	+	82	80	78	77	72	78	75	66	60	85	80	На 5
				82	80	77	78	72	68	66	64	60	84		На 4
				82	80	77	78	73	68	65	64	60	85		На 5
Робоча зона оператора подрібнення 86 дБА до 93 дБА (перевищення до 13 дБА)															
1	Робоче місце	+	+	97	96	94	92	89	89	88	86	88	93	80	На 13
				98	97	95	92	90	88	88	86	87	93		На 13
				93	96	94	90	87	75	78	77	77	91		На 11
2	Проходи	+	+	90	92	94	88	81	76	77	77	77	87	80	На 7
				90	91	94	88	81	76	77	76	75	87		На 7
				89	90	92	88	81	76	77	76	75	86		На 6

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Робоча зона оператора технологічного оператора процесу від 82 дБА до 91 дБА (перевищення до 11 дБА)															
1	Робоче місце	+	+	93	94	92	90	87	74	67	66	57	91	80	На 11
				99	94	94	92	88	88	86	82	88	90		На 10
				98	94	94	92	88	88	86	82	88	90		На 10
2	Проходи	+	+	82	80	78	72	81	78	66	64	60	82	80	На 2
				81	80	77	73	80	78	64	62	60	83		На 3
				81	80	77	73	81	70	64	64	61	84		На 4
Робоча зона оператора вивантаження-пакування процесу від 86 дБА до 91 дБА (перевищення до 11 дБА)															
1	Робоче місце	+	+	93	94	92	90	87	74	67	66	57	91	80	На 11
				93	92	92	90	87	74	67	66	57	91		На 11
				93	92	92	90	87	75	67	66	57	90		На 10
2	Проходи	+	+	90	92	94	88	81	76	77	77	77	87	80	На 7
				90	91	94	88	81	76	77	76	75	86		На 6
				89	90	92	88	82	76	77	76	75	86		На 6

5.1.4 Хімічне забруднення повітря робочої зони

Стан повітряного середовища виробничих приміщень багато в чому залежить від особливостей технологічного процесу, зокрема, його температурного режиму і періодичності. Переробка полімерів проходить із використанням механічного методу переробки, в процесі якого відбувається виділення цілого комплексу летких речовин, основними з яких є залишкові мономери, продукти термодеструкції і деякі добавки. Як правило, склад речовин, які при цьому виділяються, не завжди відомий. У той же час слід мати на увазі, що ступінь вираженості шкідливої дії комплексу речовин може виявитися значно більшим, ніж дія основних складників полімерів.

У процесі переробки полімерів, крім летких продуктів, можливе виділення пилу збірного складу, що включає як сам полімер, так і наповнювачі (крейда, каолін, скловолокно та ін.), стабілізатори (сполуки свинцю, кадмію) та інші складові. Такий пил зазвичай характеризується високим ступенем дисперсності (до 70-80 % часток із діаметром меншим за 5 мм), це необхідно враховувати під час проведення оцінки повітряного середовища.

Аналіз сумішей полімерів показав, що в них переважають: полівінілхлориди, поліетилен низького, високого тиску, поліетилентетрафталат, полістирол, сополімери полістиролу, поліпропілен і незначна кількість інших полімерів.

Для дослідження і гігієнічної характеристики умов праці операторів переробки полімерів механічним методом нами проаналізовано стан повітряного середовища на всіх стадіях під час реалізації технології механічної переробки, результати якого наведено в таблиці 5.5.

Дослідження забруднення повітря робочих зон проведено із завантаженістю технологічного процесу переробки сумішей ППВ від 70 % до 80 %.

Результатами проведених досліджень встановлено найбільшу запиленість повітря робочої зони операцій завантаження, подрібнення полімерів і вивантаження готової продукції.

Із аналізу табл. 5.5 встановлено, що у жодній із 349 проб повітря робочої зони не встановлено перевищення рівнів ГДК за вмістом хімічних речовин.

Кількісний та якісний хімічний аналіз повітря робочої зони процесу механічної переробки сумполімерів зі стадією механічної активації (тах значення)

Назва забруднюючої речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Середньозмінна концентрація, мг/м ³	Методика виконання вимірювання
Формальдегід	0,5	2	не виявлено	хроматографічний
Ацетальдегід	5	3	0,12	хроматографічний
Аміак	20	4	0,38	хроматографічний
Оцтова кислота	5	3	2,58	хроматографічний
Мурашина кислота	1	2	0,46	хроматографічний
Оксид вуглецю	20	4	8,26	хроматографічний
Метилметакрилат	10	3	1,64	хроматографічний, фотометричний
Етилен	50	4	2,37	хроматографічний, фотометричний
Пропілен	100	4	0,78	хроматографічний, фотометричний
Оксид етилену	1	2	не виявлено	фотометричний
Стирол	5	3	сліди	хроматографічний
Бензол	5	2	не виявлено	хроматографічний, фотометричний
Бензальдегід	5	3	не виявлено	хроматографічний, фотометричний
Толуол	50	3	не виявлено	хроматографічний, фотометричний
Фенол	0,3	2	сліди	хроматографічний, фотометричний
Етилбензол	50	3	не виявлено	хроматографічний
Поліетилен пил	10	4	11,67	ваговий
Поліпропілен пил	10	4	12,45	ваговий
Поліетилентетрафталат пил	10	4	17,35	ваговий
Полівінілхлорид пил	6	3	8,12	ваговий
Полістирол пил	10	4	5,84	ваговий
Поліамід пил	10	4	1,64	ваговий

У 47 пробах (12 %) виявлено перевищення за запиленістю повітря робочої зони. Всі проби з перевищенням значень норм ГДК відібрані в місцях подрібнення полімерних відходів і вивантаження готової продукції. Окрім цього, з аналізу отриманих даних встановлено, що всі спроби з перевищенням вмісту полімерного пилу отримані в умовах підвищеної температури і низької вологості повітря в травні місяці і липнево-серпневий період виконаних досліджень.

У досліджених пробах повітря робочої зони присутній комплекс хімічних речовин 2-4 класів небезпеки, що володіють різним характером впливу на організм у поєднанні з фізичними факторами виробничого середовища (мікроклімат, освітленість, шум) і важкістю та напруженістю трудового процесу.

Відомо, що полімерний пил належить до речовин фіброгенної дії, котрі є показниками пилового навантаження на органи дихання. Відповідно до методики, викладеної в нормативному документі І 3.3.6.-2006 «Інструкція з визначення допустимих термінів роботи працюючих у шкідливих умовах» [540], нами виконано розрахунок пилового навантаження на органи дихання працівників на різних стадіях процесу переробки сумішей П ПВ. Згідно результатів проведених досліджень середньозмінні концентрації полімерного пилу перевищували ГДК на досліджуваних робочих місцях в 12 % випадків за гігієнічного нормативу ГДКсз від $6 \text{ мг} / \text{м}^3$ до $10 \text{ мг} / \text{м}^3$ (у залежності від пилеутворюючої речовини).

Пилове навантаження на органи дихання працівника розраховувалось, виходячи з фактичних середньозмінних концентрацій пилу в повітрі робочої зони, обсягу легеневої вентиляції (в залежності від важкості праці становило від 4 м^3 до 7 м^3 за зміну) і тривалості контакту з пилом.

При цьому максимальне перевищення середньозмінної концентрації за полімерним пилом, по відношенню до ГДКсз, склало 1,74 рази. Такий рівень пилового навантаження зареєстрували для пилу ПЕТФ у повітрі робочої зони оператора вивантаження-пакування. Також у повітрі робочої зони розбирача тюків і оператора подрібнення виявлено перевищення норм концентрації пилу ПВХ, що склало 1,35 рази (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Рівні запиленості повітря робочих зон процесу переробки сумішей полімерних відходів

Найменування робочої зони	Концентрація ($\text{мг}/\text{м}^3$)
Робоче місце оператора автотранспорту	$3,76 \pm 1,7$
Робоче місце розбирача тюків і оператора подрібнення	$11,28 \pm 3,1$
Робоче місце оператора технологічного процесу	$2,63 \pm 1,2$
Робоче місце оператора вивантаження-пакування	$17,3 \pm 0,8$

Відповідно до Додатку 1 СНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» перевищення коефіцієнта пилової навантаження в 1,74 рази для фіброгенного пилу відповідає класу умов праці 3.1.

5.1.5 Важкість і напруженість трудового процесу

Професійні групи: оператор автотранспорту, розбирач тюків, оператор подрібнення, оператор вивантаження-пакування, оператор технологічного процесу,- характеризуються різним змістом робочих операцій, інтенсивністю та умовами виробничих завдань.

Відповідно до ДержСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [474] (дод. 15, 16, 17) виконані дослідження і проведена оцінка важкості і напруженості трудового процесу.

Основним фактором трудового процесу є фізичне навантаження для розбирача тюків, оператора подрібнення і оператора вивантаження-пакування, що пов'язане з переміщенням продукції, маса якої в залежності від фаху від 0,08 кг до 12 кг. Сумарна маса вантажу з робочої поверхні, котрий переміщують щогодини протягом зміни, становить від 130 до 194 кг залежно від виконуваних виробничих операцій. Це дозволяє віднести роботу всіх працівників процесу переробки полімерних відходів до класу 1 - оптимальний.

Стереотипні робочі рухи за регіонального та локального навантаження для розбирача тюків і операторів подрібнення й автотранспорту складають від 22000 рухів до 29000 рухів за зміну, що дозволяє віднести такі види робіт до класу умов праці 3.1. За даним показником оператори вивантаження та технологічного процесу відносяться до класу 2 та класу 1 відповідно.

Величина статичного навантаження за зміну під час утримання вантажу двома руками всіх працівників, крім оператора вивантаження-пакування, становить від 23000 кг/с до 32000 кг/с (клас умов праці 1). Для оператора вивантаження-пакування величина статичного навантаження складає від 48000 кг/с до 63000 кг/с (клас умов праці 2).

Переважно роботи виконуються в позі «стоячи». Час перебування у вимушеній позі визначався на підставі хронометражних спостережень і становив, залежно від професійної групи, від 25 % до 90 %. Робота операторів технологічного процесу та вивантаження-пакування може здійснюватися в робочій позі «сидячи-стоячи». За зміну працівники обслуговування технологічного процесу переробки ППВ здійснюють від 90 до 480 нахилів тулубом.

Переміщення в просторі визначалося за допомогою крокоміра, встановлено, що під час обслуговування обладнання оператори технологічного процесу та вивантаження-пакування за зміну проходять від 6 км до 8 км, розбирач тюків, оператори подрібнення та автовантажувача - від 2,7 км до 3,8 км.

Результати вивчення факторів трудового процесу різних професійних груп представлені в таблицях (5.7-5.14).

Таблиця 5.7

Оцінка важкості трудового процесу розбирача тюків і оператора подрібнення

№ з/п	Показники важкості трудового процесу	Величина показника	Класи умов праці
1	Загальні енергозатрати організму, Вт	до 290	2
1.1	При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг):	до 44 000 (90)	2
2	Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг:	до 15	1
3	Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)		
3.1	При локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	до 60 000	3.1
3.2	При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба)	до 30 000	3.1
4	Величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль, кг/с		
4.1	Однією рукою:	до 18 000	1
4.2	Двома руками:	до 36 000	1
4.3	За участю м'язів тулуба та ніг:	до 43 000	1
5	Робоча поза	періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі від 25% до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах тощо) від 10 % до 25 % часу зміни; перебування в позі «стоячи» від 60% до 80% часу зміни	3.1
6	Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну	більше 300	3.2
7	Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, за зміну), км		
7.1	По горизонталі	до 4	1
7.2	По вертикалі	-	1

Таблиця 5.8

Оцінка умов праці за показниками напруженості праці розбирача тюків і оператора подрібнення

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Величина показника	Класи умов праці
1	Інтелектуальні навантаження		
1.1	Зміст роботи	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією	2
1.2	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій	2
1.3	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Обробка та виконання завдання	1
1.4	Характер виконуваної роботи	Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності	2
2	Сенсорні навантаження		
2.1	Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	51-75	2
2.2	Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за 1 годину роботи	До 150	1
2.3	Навантаження на зоровий аналізатор		
2.3.1	Розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни	Більше 5 мм 100% часу	1
2.3.2	Спостереження за моніторами, годин на зміну	До 2	1
2.4	Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів)	Розбірливість слів та сигналів менше 50%	3.2
2.5	Навантаження на голосовий апарат, сумарна кількість годин, із напруженням голосового апарату протягом тижня	До 16	1
3	Емоційне навантаження		
3.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт. Вимагає допомоги з боку керівництва (бригадира, майстра)	2
3.2	Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	Виключений	1
3.3	Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб	Виключений	1
4	Монотонність навантажень		
4.1	Кількість елементів, необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово	10-6	2
4.2	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються, с	24-2	3.1
4.3	Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни	Менше 75	1
5	Режим праці		
5.1	Тривалість робочого дня, год.	8	2
5.2	Змінність роботи	Однозмінна робота (без нічної зміни)	1

Таблиця 5.9

Оцінка важкості трудового процесу оператора вивантаження-пакування

№ з/п	Показники важкості трудового процесу	Величина показника	Клас умов праці
1	Загальні енергозатрати організму, Вт	до 290	2
1.1	При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг):	до 44 000 (90)	2
2	Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг:	до 15	1
3	Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)		
3.1	При локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	до 20 000	1
3.2	При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба)	до 20 000	2
4	Величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль, кг/с		
4.1	Однією рукою:	до 18 000	1
4.2	Двома руками:	до 70 000	2
4.3	За участю м'язів тулуба та ніг:	до 100 000	2
5	Робоча поза	періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» - до 60% часу зміни	2
6	Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну	101-300	3.1
7	Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, за зміну), км		
7.1	По горизонталі	до 8	2
7.2	По вертикалі	-	1

Таблиця 5.10

Оцінка умов праці за показниками напруженості праці оператора вивантаження-пакування

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Величина показника	Клас умов праці
1	Інтелектуальні навантаження		
1.1	Зміст роботи	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією	2
1.2	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій	2
1.3	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Обробка та виконання завдання	1
1.4	Характер виконуваної роботи	Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності	2

Продовження таблиці 5.8

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Величина показника	Класи умов праці
2	Сенсорні навантаження		
2.1	Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	51-75	2
2.2	Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за 1 годину роботи	До 150	1
2.3	Навантаження на зоровий аналізатор		
2.3.1	Розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни	Більше 5 мм 100% часу	1
2.3.2	Спостереження за екранами відеотерміналів, годин на зміну	До 2	1
2.4	Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів)	Розбірливість слів та сигналів менше 50%	3.2
2.5	Навантаження на голосовий апарат, сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату протягом тижня	До 16	1
3	Емоційне навантаження		
3.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо)	2
3.2	Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	Виключений	1
3.3	Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб	Виключений	1
4	Монотонність навантажень		
4.1	Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово	10-6	2
4.2	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються, с	Більше 100	1
4.3	Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни	76-90	2
5	Режим праці		
5.1	Тривалість робочого дня, год.	8	2
5.2	Змінність роботи	Однозмінна робота (без нічної зміни)	1

Таблиця 5.11

Оцінка важкості трудового процесу оператора автотранспорту

№ з/п	Показники важкості трудового процесу	Величина показника	Класи умов праці
1	Загальні енергозатрати організму, Вт	до 290	2
1.1	При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг):	до 44 000 (90)	2
2	Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг:	до 15	1
3	Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)		
3.1	При локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	до 20 000	1
3.2	При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба)	до 30 000	3.1
4	Величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль, кг/с		
4.1	Однією рукою:	до 18 000	1
4.2	Двома руками:	до 36 000	1
4.3	За участю м'язів тулуба та ніг:	до 43 000	1
5	Робоча поза	періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» - до 60% часу зміни	2
6	Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну	51-100	2
7	Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, за зміну), км		
7.1	По горизонталі	до 4	1
7.2	По вертикалі	-	1

Таблиця 5.12

Оцінка умов праці за показниками напруженості праці оператора
автонавантажувача

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Величина показника	Класи умов праці
1	Інтелектуальні навантаження		
1.1	Зміст роботи	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією	2
1.2	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів	3.1
1.3	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Обробка, виконання завдання та його перевірка	2
1.4	Характер виконуваної роботи	Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності	2

Продовження таблиці 5.8

№	Показники напруженості трудового процесу	Величина показника	Класи
---	--	--------------------	-------

з/п			умов праці
2	Сенсорні навантаження		
2.1	Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	До 50	1
2.2	Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за 1 годину роботи	До 150	1
2.3	Навантаження на зоровий аналізатор		
2.3.1	Розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни	Більше 5 мм 100% часу	1
2.3.2	Спостереження за екранами відеотерміналів, годин на зміну	До 4	2
2.4	Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів)	Розбірливість слів та сигналів менше 50%	3.2
2.5	Навантаження на голосовий апарат, сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату протягом тижня	Від 16 до 20	2
3	Емоційне навантаження		
3.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо)	2
3.2	Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	Вірогідний	3.2
3.3	Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб	Є відповідальним за безпеку	3.1
4	Монотонність навантажень		
4.1	Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово	Більше 10	1
4.2	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються, с	Більше 100	1
4.3	Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни	76-90	2
5	Режим праці		
5.1	Тривалість робочого дня, год.	8	2
5.2	Змінність роботи	Однозмінна робота (без нічної зміни)	1

Таблиця 5.13

Оцінка важкості трудового процесу оператора технологічного процесу

№	Показники важкості трудового процесу	Величина показника	Клас умов
---	--------------------------------------	--------------------	-----------

з/п			праці
1	Загальні енергозатрати організму, Вт	до 290	2
1.1	При регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба)	до 6500 (22,5)	1
1.2	При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг)	до 44 000 (90)	2
2	Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг:	до 15	1
3	Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)		
3.1	При локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	до 20 000	1
3.2	При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба)	до 10 000	1
4	Величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль, кг/с		
4.1	Однією рукою:	до 18 000	1
4.2	Двома руками:	до 36 000	1
4.3	За участю м'язів тулуба та ніг:	до 43 000	1
5	Робоча поза	вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни	1
6	Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну	51-100	2
7	Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, за зміну), км		
7.1	По горизонталі	до 8	2
7.2	По вертикалі	-	1

Таблиця 5.14

Оцінка умов праці за показниками напруженості праці оператора технологічного процесу

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Величина показника	Клас умов праці
1	Інтелектуальні навантаження		
1.1	Зміст роботи	Рішення складних завдань з вибором за алгоритмом (робота за серією інструкцій)	3.1
1.2	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів з наступною комплексною оцінкою взаємопов'язаних параметрів. Комплексна оцінка всієї виробничої діяльності	3.2
1.3	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Контроль та попередня робота з розподілу завдань іншим особам	3.2
1.4	Характер виконуваної роботи	Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності	2

Продовження таблиці 5.14

№ з/п	Показники напруженості трудового процесу	Величина показника	Класи умов праці
-------	--	--------------------	------------------

2	Сенсорні навантаження		
2.1	Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	Більше 75	3.1
2.2	Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за 1 годину роботи	151-300	2
2.3	Навантаження на зоровий аналізатор		
2.3.1	Розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни	Більше 5 мм 100% часу	1
2.3.2	Спостереження за екранами відеотерміналів, годин на зміну	До 2	1
2.4	Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів)	Розбірливість слів та сигналів менше 50%	3.2
2.5	Навантаження на голосовий апарат, сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату протягом тижня	Від 16 до 20	2
3	Емоційне навантаження		
3.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за функціональну якість кінцевої продукції, роботи, завдання. Неправильні рішення можуть призвести до пошкодження обладнання, зупинки технологічного процесу, можливої небезпеки для життя	3.2
3.2	Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	Виключений	1
3.3	Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб	Є відповідальним за безпеку	3.1
4	Монотонність навантажень		
4.1	Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово	Більше 10	1
4.2	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються, с	100-25	2
4.3	Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни	76-90	2
5	Режим праці		
5.1	Тривалість робочого дня, год.	8	2
5.2	Змінність роботи	Однозмінна робота (без нічної зміни)	1

Тривалість роботи разбирача тюків у вимушеній робочій позі з нахилом корпусу, що перевищує 30°, становила від 38 % до 42 % тривалості робочої зміни. Загальний час перебування працівника в позі «стоячи» перевищував 85 % робочої зміни, а кількість вимушених нахилів корпусу тулуба, кут

нахилу яких був більшим за 30° , склав від 235 раз до 380 разів протягом робочої зміни (клас 3.2).

Вивантажувач-пакувальник виконує вивантаження, переміщення та упаковку перероблених полімерів у поліетиленові мішки. Виконуючи роботу, вивантажувач-пакувальник перебуває до 15 % часу робочої зміни в незручній робочій позі з періодичними нахилами корпусу понад 30° від 140 раз до 260 разів за зміну (клас 3.1). Для інших груп робітників - клас умов праці 2 (допустимий).

Оцінюючи в загальному умови праці робітників технологічного процесу переробки ППВ за важкістю трудового процесу, встановлено, що клас умов праці разбирача тюків, операторів подрібнення, технологічного процесу, вивантаження-пакування належить до шкідливого (клас 3.2), а для оператора автонавантажувача – 3.4. Такі шкідливі умови праці викликані одночасним впливом на усіх працівників незадовільних параметрів мікроклімату, а саме його охолоджуючою дією, в сукупності із перевищенням швидкості руху повітря, перевищенням звукового тиску та відсутністю природного освітлення на робочих місцях.

Напруженість трудового процесу для всіх учасників технологічного процесу, за показниками монотонності, навантаження на зоровий та голосовий апарат, режимними - в межах допустимих рівнів. За навантаженням на слуховий аналізатор клас умов праці 3.2 для усіх працівників, що спричинене загальним перевищенням рівня звукового тиску, внаслідок чого розбірливість слів та звукових сигналів є меншою за 50 %.

Умови праці разбирача тюків і оператора подрібнення, з позицій монотонності, характеризуються виконанням простих виробничих завдань та операцій (відгвинчування корків із тари та переміщення полімерних відходів на конвеєр), тривалість яких становила від 4 с до 16 с (клас. 3.1).

Напруженими виявились й умови праці оператора автонавантажувача за інтелектуальним та емоційним навантаженням (клас. 3.2).

Найбільш напруженими, за всіма оцінюваними показниками, окрім монотонності та режиму праці, є умови праці оператора технологічного

процесу. Домінуючими чинниками, що негативно впливають на умови праці працівника, є інтелектуальне та емоційне навантаження, викликане відповідальністю, як за проходження технологічного процесу переробки ППВ та кінцевий його результат, так і за безпеку праці всіх учасників технологічного процесу (клас. 3.2).

Отже, за показниками напруженості трудового процесу клас умов праці робітників процесу переробки полімерів віднесено до шкідливого 3.2.

5.1.6 Комплексна гігієнічна оцінка умов праці

З метою виявлення часу контакту професійних груп із виробничими чинниками нами був проведений хронометраж робочого часу (табл. 5.15).

Таблиця 5.15

Хронометраж робочого часу

Виконувані робочі операції	Час, у відсотках від загального робочого часу			
	Розбирач тюків і оператор подрібнення	Оператор вивантаження-пакування	Оператор автотранспорту	Оператор технологічного процесу
Підготовчо-завершальні	3,2±1,2	4,8±1,4	4,6±1,1	7,5±1,3
Основні	88,4±4,8	67,6±1,2	65,4±4,2	82,3±3,8
Виробничі відволікання	4,4±1,1	10,5±0,8	14,1±1,8	4,7±2,2
Особисті відволікання	2,8±0,8	3,2±1,2	3,4±1,3	3,3±0,6
Простої	1,2±0,6	13,9±1,8	12,5±0,7	2,2±0,8

Хронометражні спостереження показали, що на основну роботу працівниці в залежності від фаху витрачають від 65,4±4,2 % до 88,4 ± 4,8% робочого часу, на підготовчо-заклучні операції - від 3,2 % ± 1, 2% до 7,5% ± 1,3%, на виробничі відволікання (прибирання робочого місця, налаштування обладнання і т.д.) - 4,4±1,1 % до 14,1±1,8 % і особисті відволікання - від 2,8±0,8 % до 3,4±1,3 %, простої – від 1,2±0,6 % до 13,9±0,08 %. Завантаженість

робочого дня в розбирача тюків, операторів подрібнення та технологічного процесу характеризується як інтенсивна, в операторів вивантаження-пакування та автотранспорту – повна завантаженість.

У таблиці 5.16 наведено результати комплексної гігієнічної оцінки виробничих чинників із урахуванням особливостей технологічних процесів і виду робіт у процесі переробки ППВ, які характеризують багатofакторний вплив на працівників несприятливих чинників виробничого середовища і трудового процесу.

Таблиця 5.16

Гігієнічна оцінка умов праці робітників технологічного процесу
переробки ППВ

Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Клас умов праці за ДержСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» наказ МОЗ від 08.04.2014 № 248			
	Оператор вивантаження-пакування	Розбирач тюків і оператор подрібнення	Оператор технологічного процесу	Оператор автотранспорту
Хімічні	3.1	2	2	2
Біологічні	1	2	1	2
Фізичні:				
шум	3.2	3.2	3.2	3.2
вібрація	2	2	2	2
мікроклімат	3.1	3.1	3.1	3.4
атмосферний тиск	1	1	1	1
освітленість	3.2	3.2	3.2	3.2
важкість праці	3.1	3.2	2	3.1
напруженість праці	3.2	3.2	3.2	3.2
Загальна оцінка умов праці	3.2	3.2	3.2	3.4

За інтегральною оцінкою, згідно з гігієнічною класифікацією, умови праці операторів вивантаження-пакування, подрібнення, технологічного процесу та розбирача тюків оцінюються по класу 3.2, а оператора автотранспорту - 3.4 відповідно до ДержСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та

напруженості трудового процесу» [474,535-537], що може призвести до розвитку хвороб, пов'язаних з роботою.

5.2 Комплекс заходів для оптимізації умов праці робітників процесу механічної переробки вторинних полімерів

Комплексні дослідження, проведені на підприємстві з переробки вторинних полімерів дозволили розробити ряд основних організаційних, санітарно-технічних і медико-профілактичних заходів, виконання яких сприятиме зниженню негативного впливу виявлених несприятливих чинників умов праці на стан здоров'я працюючих, підвищенню продуктивності і якості праці.

Організаційні заходи:

- облаштування робочих місць в ізольованих приміщеннях, обладнаних кондиціонерами і вискоєфективною місцевою припливно-витяжною вентиляцією, що забезпечує 3-5 кратний повітрообмін. Під час роботи вентиляційних систем не повинен регенеруватися шум, що перевищує допустимі рівні звукового тиску, вібрації на постійних робочих місцях. Якщо ж рівень шуму чи вібрації буде перевищено, то необхідно забезпечити звукоізоляцію та звукопоглинання вентиляційних систем, а також пристрої для запобігання вібраційним коливанням;
- зовнішня і внутрішня обробка робочих приміщень повинні задовольняти кліматичні умови району розміщення підприємства, санітарно-гігієнічним, протипожежним вимогам і температурно-вологому режиму виробничих приміщень;
- герметизація устаткування з використанням шумоізоляційних матеріалів;
- дотримання вимог інструкцій і правил виробничої санітарії та техніки безпеки;
- забезпечення персоналу, що працює в умовах шумового навантаження, індивідуальними дозиметрами шуму;
- систематичний контроль за пиловим забрудненням повітряного середовища виробничих приміщень із метою приведення його показників у відповідність до діючих норм;

Санітарно-технічні заходи:

- зовнішні входи і виходи в будівлі слід облаштувати тамбурами з тепловими завісами, що запобігають потраплянню холодного повітря в холодний період року і усувають протяги в виробничих приміщеннях;
- на робочих місцях, де це необхідно, слід улаштувати місцеві пристрої для підігріву і подачі теплого повітря (зона завантаження та подрібнення);
- обладнати стаціонарними пиловідсмоктувачами ділянки процесу з виділенням пилу (зона завантаження, подрібнення та вивантаження);
- регулярне вологе прибирання (не рідше 2-х разів на зміну), періодичне генеральне прибирання (не рідше 1 разу на місяць);
- систематичне очищення світильників за графіком, затвердженим адміністрацією при погодженні з фахівцями санітарно-гігієнічної служби і охорони праці. Засоби і способи очищення мають забезпечувати безпеку проведення робіт на висоті;
- обладнати побутові приміщення пристроями і засобами для знепилення робочого одягу та душовими;

Медико-профілактичні заходи:

- забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту: спецодягом, що легко очищається від пилу і бруду (одноразовим чи багаторазовим), забезпечення захисту волосся голови, обличчя, органів дихання. Застосування засобів індивідуального захисту органів дихання (маски типу "Пелюсток") для працівників в запылених зонах приміщення;
- забезпечення аптечкою з набором медикаментів і перев'язувальних матеріалів для надання першої медичної долікарської допомоги при травмах, отруєннях та інших невідкладних станах;
- розробка графіка регламентованих перерв, як одного з основних засобів профілактики втом, підвищення рівня працездатності і продуктивності праці, для усіх видів робіт;
- розробці заходів із раціоналізації режимів праці і відпочинку повинно передувати впровадження організаційних і санітарно-технічних заходів, спрямованих на нормалізацію санітарно-гігієнічних чинників виробничого середовища;

Рекомендації щодо медичного професійного відбору:

- у комплексі заходів, спрямованих на профілактику захворювань робітників, підвищення рівня їх працездатності, одне з провідних місць належить раціонально організованому медичному професійному відбору осіб в професії, що мають підвищений рівень професійної шкідливості.

- слід враховувати, що під впливом несприятливих виробничих чинників, виявлених гігієнічними дослідженнями на підприємствах із переробки полімерів (шкідливі хімічні речовини, виробничий шум, несприятливі мікрокліматичні умови, фізичне перенапруження і т. п.), окремі зміни в біологічних системах і функціях людського організму можуть не тільки погіршитись, але й призвести до розвитку професійної патології;

- під час проведення медичного професійного відбору та професійної консультації лікар повинен звертати особливу увагу на стан тих систем і функцій організму, до яких пред'являються підвищені вимоги, або на які можуть впливати шкідливі чинники процесу переробки полімерів (центральна нервова, серцево-судинна, дихальна, імунна системи, нервово-м'язовий і опорно-руховий апарати, слуховий аналізатор і т. д.).

- з огляду на те, що офіційного списку протипоказань до прийому на роботу на підприємства переробки вторинних полімерів, на даний момент, немає, нами в п.п. 5.1.1 – 5.1.6 було охарактеризовано основні особливості трудової діяльності осіб різних спеціальностей процесу переробки полімерних відходів і наведені можливі несприятливі професійні моменти. Так, на всіх робочих місцях підприємств з переробки вторинних полімерів до них були віднесені: сезонні коливання температури з неприпустимо низькими рівнями даного чинника в холодний період року; високі рівні виробничого шуму; підвищена концентрація полімерного пилу в повітряному середовищі; інтенсивне фізичне навантаження.

- під час професійного відбору та проходженні періодичних медичних оглядів необхідним є огляд і консультація терапевта, хірурга, невропатолога, отоларинголога, офтальмолога, алерголога та / або дерматолога.

- медичними протипоказами, які, проте, носять рекомендаційний характер, до прийому або продовження роботи в процесі переробки полімерних відходів є: захворювання центральної і вегетативної нервових систем, захворювання серцево-судинної системи (гіпертонічна хвороба), шлунково-кишкові захворювання, стійке зниження слуху, порушення функції вестибулярного

апарату, захворювання периферичних нервів і м'язів, хронічні артрити і періартрити, шкірні і алергічні захворювання.

Часткове впровадження запропонованих нами заходів (встановлення теплових завіс, пристрою для нарізки та ущільнення полімерів, вакуумних повітровідсмоктувачів та видача персоналу навушників) покращило умови праці операторів вивантаження-пакування та автонавантажувача, віднесенням їх умов праці до класу 2, подрібнення й розбирача тюків - до класу 3.1.

Висновки до розділу 5

Із метою виявлення взаємозв'язку в розвитку загальної і професійної захворюваності робітників процесу переробки вторинних полімерів вивчили несприятливі факторів, що впливають на працівників. Проведені дослідження дозволили дати оцінку умовам праці працівників процесу переробки вторинних полімерів.

1. Умови праці процесу переробки змішаних полімерних відходів характеризуються комбінованим впливом на організм працівників комплексу несприятливих виробничих чинників різнонаправленої дії. Основними несприятливими чинниками є: запиленість повітря робочої зони полімерним пилом зі змішаним та нестабільним у часі складом, шум, відсутність природного освітлення, охолоджувальний мікроклімат, важкість праці.

2. Перевищення ГДКсз за пиловим навантаженням на організм працівників процесу механічної переробки ППВ становить від 1,35 раза до 1,74 раза, на робочих місцях розбирача тюків і опаратора подрібнення та оператора вивантаження-пакування – відповідно (клас умов праці 3.1).

На всіх робочих місцях зафіксовано перевищення рівня звукового тиску в межах від 2 дБА до 15 дБА (клас умов праці 3.2).

Параметри мікроклімату на всіх робочих місцях, крім оператора автонавантажувача, відносяться до шкідливого класу умов праці 3.1. За параметрами мікроклімату умови праці оператора автонавантажувача віднесено

до класу 3.4 у зв'язку зі значними перевищеннями температурних коливань $11,7 \pm 7,4$ °C та швидкості руху повітря $0,7 \pm 0,18$ м/с під час виконуваної оператором роботи (клас умов праці 3.1, 3.2).

За важкістю трудового процесу умови праці працівників варіюють від допустимих (оператор технологічного процесу) до шкідливих 3.2 (розбирач тюків та оператор подрібнення).

За напруженістю умови праці всіх працівників відносяться до шкідливого класу 3.2, у зв'язку зі значним шумовим навантаженням, що перешкоджає вловлюванню і передачі інформації між учасниками процесу переробки, а також своєчасного отримання звукових сигналів від оператора процесу та устаткування.

3. За інтегральною оцінкою, згідно з гігієнічною класифікацією, умови праці операторів вивантаження-пакування, подрібнення, технологічного процесу та розбирача тюків оцінюються по класу 3.2, а оператора автотранспорту до 3.4, що може призвести до розвитку хвороб, пов'язаних з роботою.

У зв'язку з вище викладеним нами розроблено комплекс заходів, спрямований на оптимізацію умов праці працівників процесу механічної переробки сумішей вторинних полімерів, викликаних негативним впливом сукупності виробничих чинників. Це покращило умови праці операторів вивантаження-пакування та автотранспорту, віднесенням їх умов праці до класу 2, подрібнення й розбирача тюків - до класу 3.1.

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях:
[513-515,529,530,535-537].

РОЗДІЛ 6

ДОСЛІДЖЕННЯ Й ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ДОДАВАННЯ ПЕРЕРОБЛЕНИХ ПОЛІМЕРІВ У КОМПОЗИЦІЇ НА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ (ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ)

6.1 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерів у композиції на зміну їх стійкості до фізичних навантажень

Дослідження проведено із чотирма представниками найбільш розповсюджених полімерів у побутових відходах: поліетилентетрафталату

(ПЕТФ) (пляшки), полівінілхлориду (ПВХ) (лінолеум, ємності, кускові відходи, шматки плівки), суміш поліетилену (ПЕ) та поліпропілену (ПП) (кульки, шматки плівки) за методиками та на устаткуванні, описаному в п. 2.2.

У результаті дослідили 688 зразків (222 зразки наповнені відходами ПЕТФ із кроком 1 %; 246 зразків наповнених відходами ПВХ із кроком 1 %; 216 зразків наповнених відходами сумішею ПП+ПЕ з кроком 0,25 %; контрольні, без домішок – 24 зразки).

Результатами проведених досліджень (додаток Г, табл. Г1-Г3) встановлено, що максимальна кількість введення механічно активованих полімерних відходів від загальної маси наповнювача сягає: для ПЕТФ – 18 %; для ПВХ - 19 %; для ПЕ – 5,25 %. У результаті отримали легкі бетони із середньою густиною: суміш ПЕ+ПП до 1234 кг/м³; ПЕТФ до 1523 кг/м³; ПВХ до 1615 кг/м³.

З аналізу літературних джерел [43-47,410-427,541] та результатів власних експериментальних досліджень [542,543] зразків цементно-піщаних композицій, наповнених порізними на фрагменти відходами ПЕТФ, ПВХ, та ПЕ+ПП на стиск і згин, встановлено, що полімерні відходи володіють низьким зчепленням із компонентами цементно-піщаних композицій (рис. 6.1 – 6.13). Даними мікроскопічного аналізу зчеплення поліпропіленових волокон з компонентами цементно-піщаної суміші, котрі наведено в роботах [544,545], встановлено відсутність зчеплення інертного і гладкого поліпропіленового волокна з цементним каменем (рис. 6.5). Тому наповнення цементно-піщаних композицій порізними полімерними відходами погіршує їх фізико-механічні властивості.

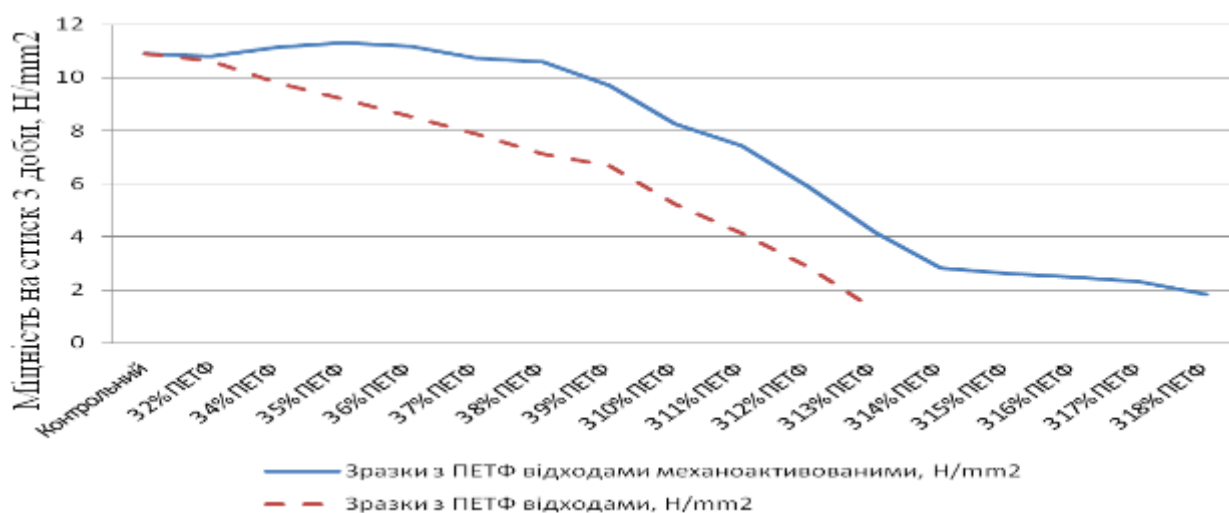


Рисунок 6.1 – Залежність між міцністю зразків на стиск і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 3 діб з моменту виготовлення з (без) механоактивації

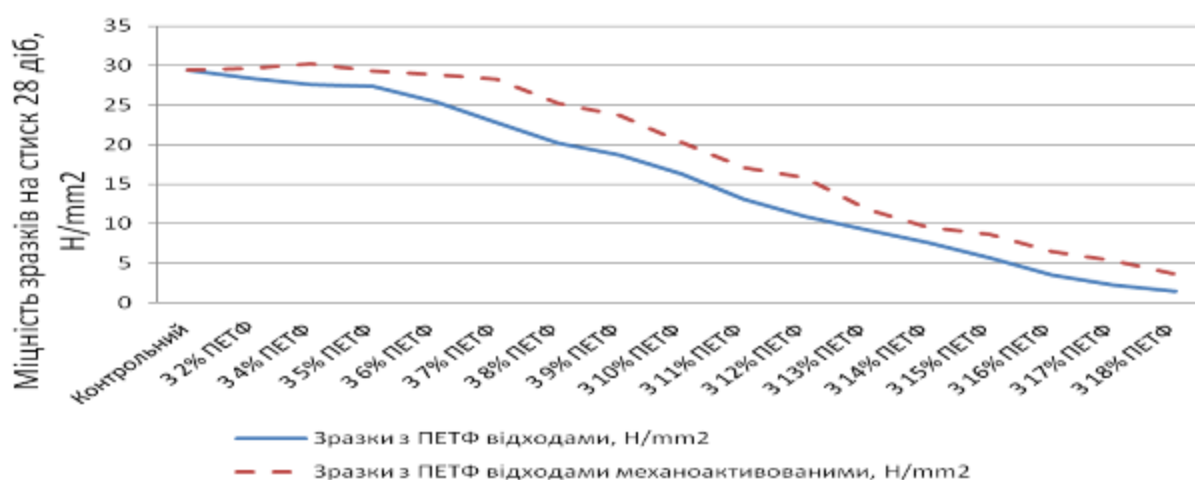


Рисунок 6.2 – Залежність між міцністю зразків на стиск і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 28 діб з моменту виготовлення з (без) механоактивації

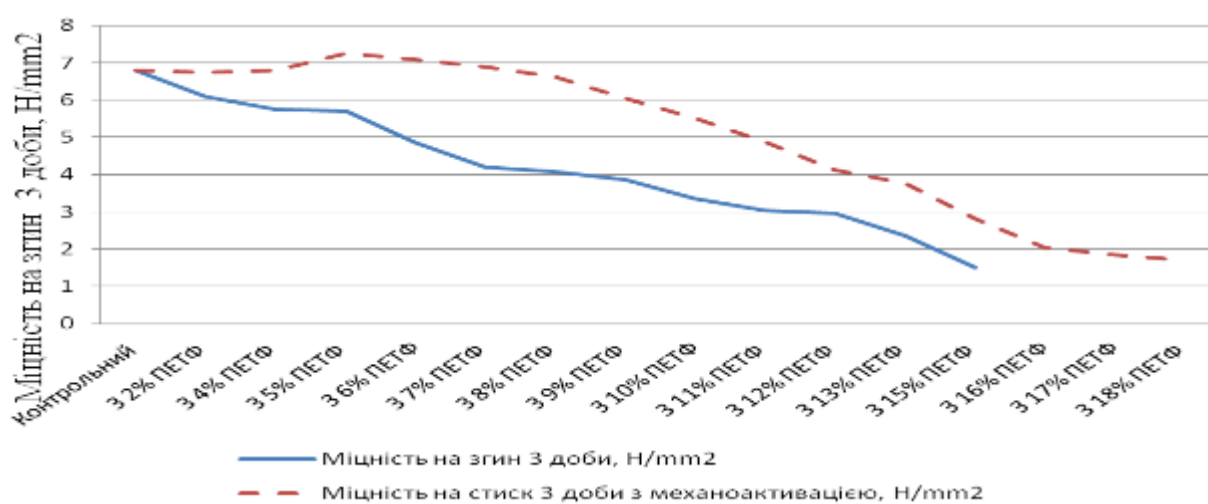


Рисунок 6.3 – Залежність між міцністю зразків на згин і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 3 діб з моменту виготовлення з (без) механоактивації

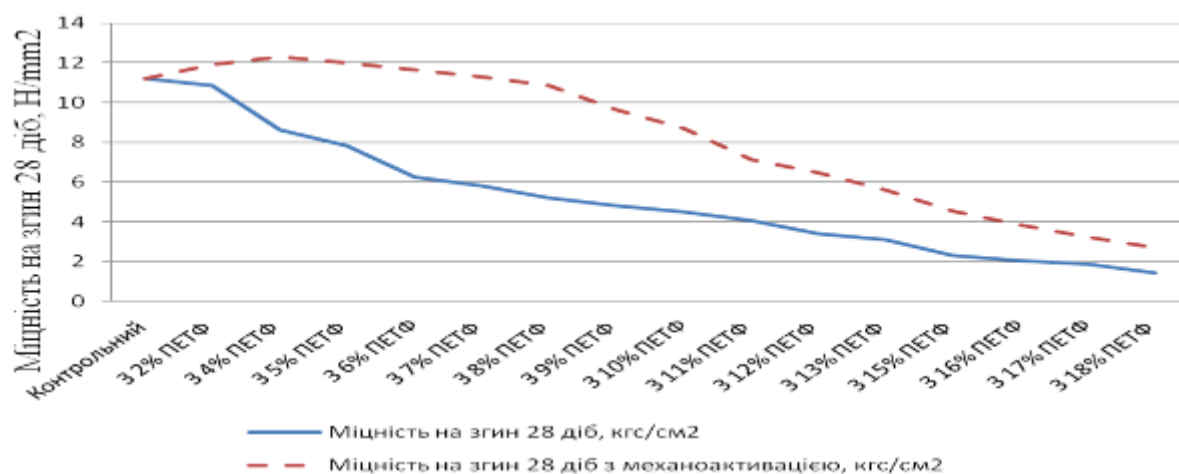


Рисунок 6.4 – Залежність між міцністю зразків на згин і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 28 діб з моменту виготовлення з (без) механоактивації

Після механічної переробки та активації поверхні досліджуваних полімерів у внаслідок зростання питомої поверхні та покращення її адгезії експериментально підтверджено зростання зчеплення полімерів із цементним каменем (рис. 6.1 – 6.13).

Незалежно від кількості наповнювача міцність зразків на стиск через 3 доби від 17,67 % до 24,23 % вища з ПЕТФ, які пройшли механоактивацію, ніж без неї, а на згин міцність вища - до 66,7 % (рис. 6.1, 6.3). Крім цього, композиції наповнені неактивованими ПЕТФ відходами мають меншу міцність на стиск, ніж контрольні зразки із будь-яким вмістом наповнювача.

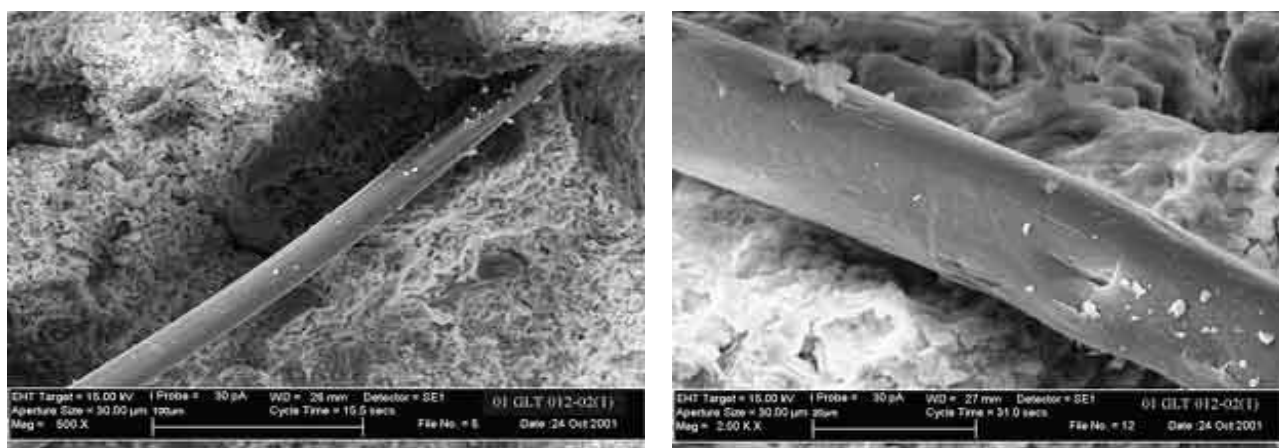


Рисунок 6.5 – Зчеплення цементного каменю з поліпропіленовим волокном [384]

Міцність виробів із цементно-піщаних композицій напряму залежать від якості зчеплення складників між собою. Тому, якщо зчеплення погане, то міцність знижується, як у випадку із додаванням гладких хімічно та фізично інертних полімерних відходів. Коли адгезивні властивості наповнювача до складових суміші хороші, то й фізико-механічні властивості виробів із таких смішей будуть не гіршими за контрольні, крім цього, виріб частково володітиме характеристиками наповнювача [44,46,411,417,423].

Після механічної переробки та активації поверхні ПЕТФ зростає їх адгезія завдяки збільшенню питомої поверхні та її шорсткості, внаслідок цього виникає зчеплення з компонентами цементно-піщаної суміші. Також властивостями ПЕТФ є пружність і стійкість до механічного впливу без зміни фізико-механічних властивостей. Ці властивості притаманні й новим композиціям

«цемент – пісок – механічно перероблені та активовані ПЕТФ – вода», що експериментально підтверджено (рис. 6.1 та 6.4.).

Встановлено, що за кількості наповнювача від 2 % до 7 % покращується міцність на згин і стиск зразків у порівнянні із контрольними зразками, як у перші доби твердіння, так і для готових виробів - на 28 добу з моменту виготовлення.

За результатами проведених випробувань зразків із ПВХ, встановлено, що досліджені зразки володіють достатнім зчепленням із компонентами композиції навіть без їх механічної активації. На 28 добу міцність зразків і з вмістом 5 % ПВХ на стиск склала на 0,6 % вище міцності контрольних зразків. Це явище пояснюється хімічним зчепленням, яке виникає внаслідок проходження хімічних реакцій між цементом та продуктами поверхневої деструкції ПВХ, що активно хімічно кородує в сильно лужному середовищі цементно-піщаних сумішей. На рисунках 6.6 – 6.9 проілюстровано результати випробувань.

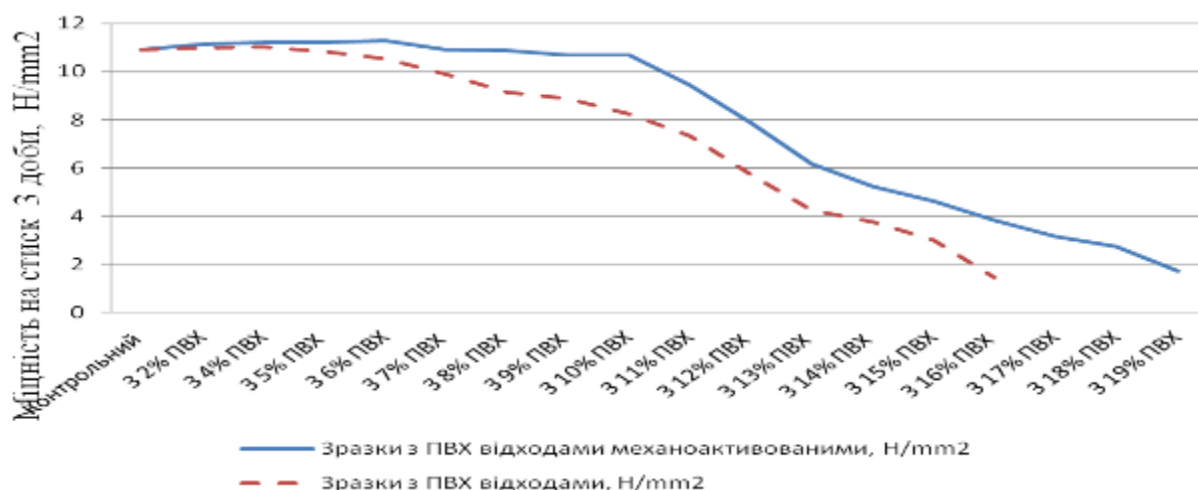


Рисунок 6.6 – Залежність між міцністю зразків на стиск і кількістю ПВХ наповнювача у віці 3 діб з (без) механоактивації

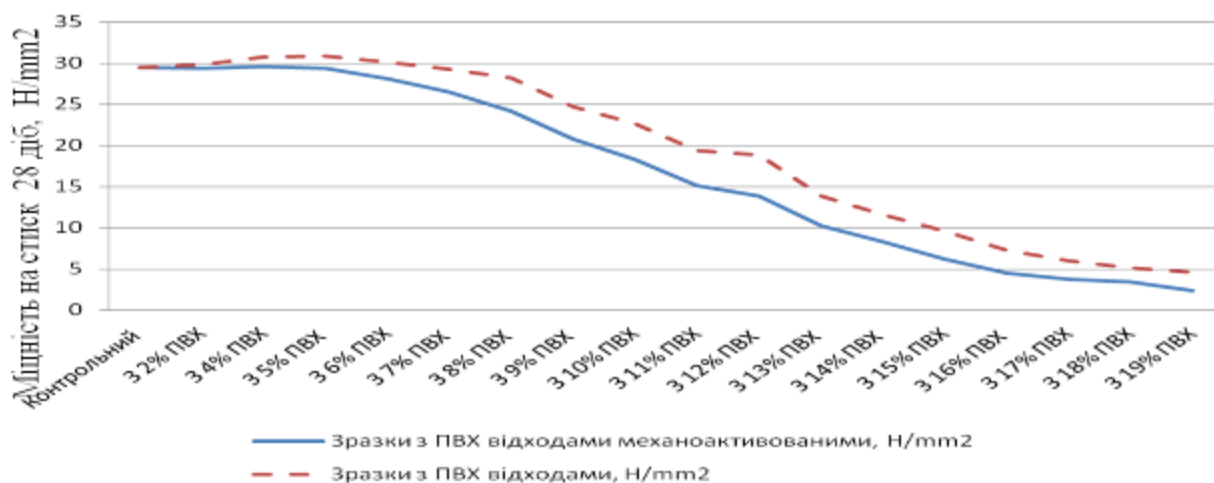


Рисунок 6.7 – Залежність між міцністю зразків на стиск і кількістю ПВХ наповнювача у віці 28 діб з (без) механоактивації

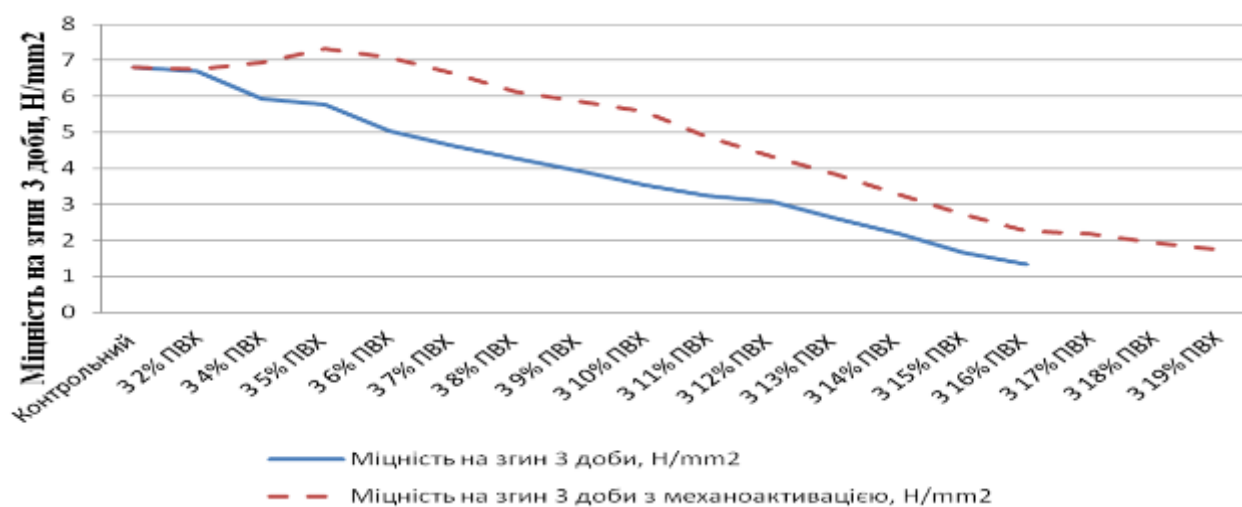


Рисунок 6.8 – Залежність між міцністю зразків на згин і кількістю ПВХ наповнювача у віці 3 діб з (без) механоактивації

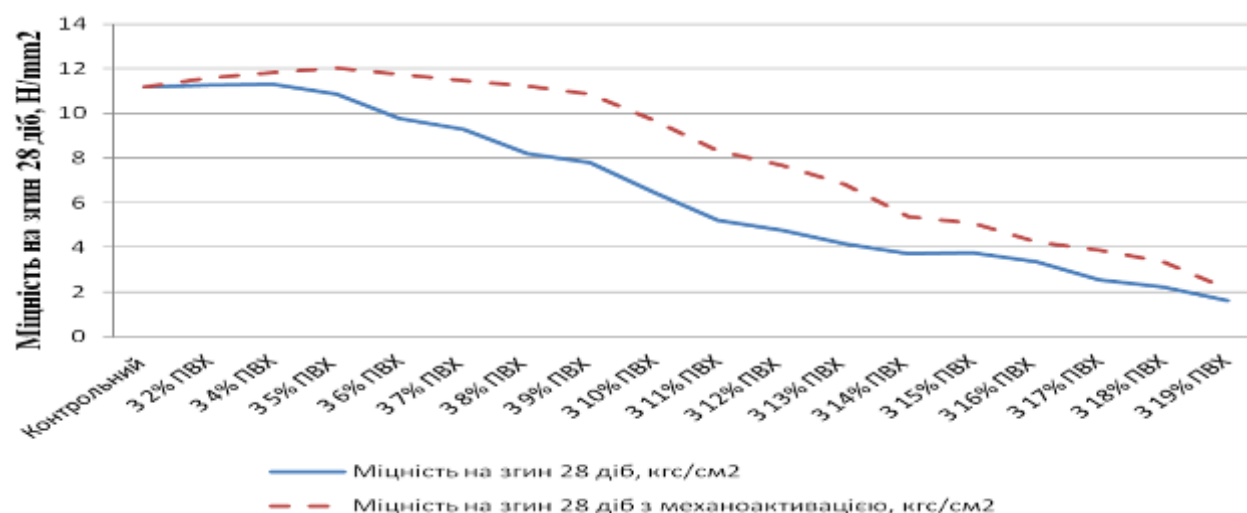


Рисунок 6.9 – Залежність між міцністю зразків на згин і кількістю ПВХ наповнювача у віці 28 діб з (без) механоактивації

Із аналізу рисунків 6.6 – 6.9 незалежно від кількості наповнювача міцність зразків на стиск та згин через 3 доби від 3,5 % до 37,23 %, а через 28 діб від 1,57 % до 38,4 %, вища у ПВХ відходів, які пройшли механічну активацію.

Після механічної активації, внаслідок зростання шорохуватості та адгезії поверхні ПВХ відходів, встановлено покращення зчеплення перероблених ПВХ відходів із цементним каменем. Відомо, що вихідними характеристиками ПВХ є пружність і висока стійкість до механічного впливу. Ці властивості передаються композиціям, у які вони входять в якості наповнювача, що робить їх більш

пружними та стійкими до згину (рис. 6.8 та 6.9). Зауважимо, що за кількості наповнювача від 2 % до 7 % покращується міцність на згин і стиск зразків у порівнянні із контрольними як у перші доби твердіння, так і для готових виробів.

Дослідження стійкості до фізичних навантажень композицій із сумішами ПЕ+ПП показало, що композиції наповнені неактивованими полімерами із будь-яким вмістом наповнювача, мають меншу міцність на стиск і згин, ніж контрольні зразки (рис. 6.10 – 6.13).

Відомо, що плівки володіють високою міцністю на розтяг, але мають інертну ковзаючу поверхню. Тому вироби, наповнені компонентами, що володіють низьким ступенем зчеплення між собою, мають незадовільні міцнісні характеристики, внаслідок відсутності сил, які перешкоджають навантаженням, що діють на виріб.

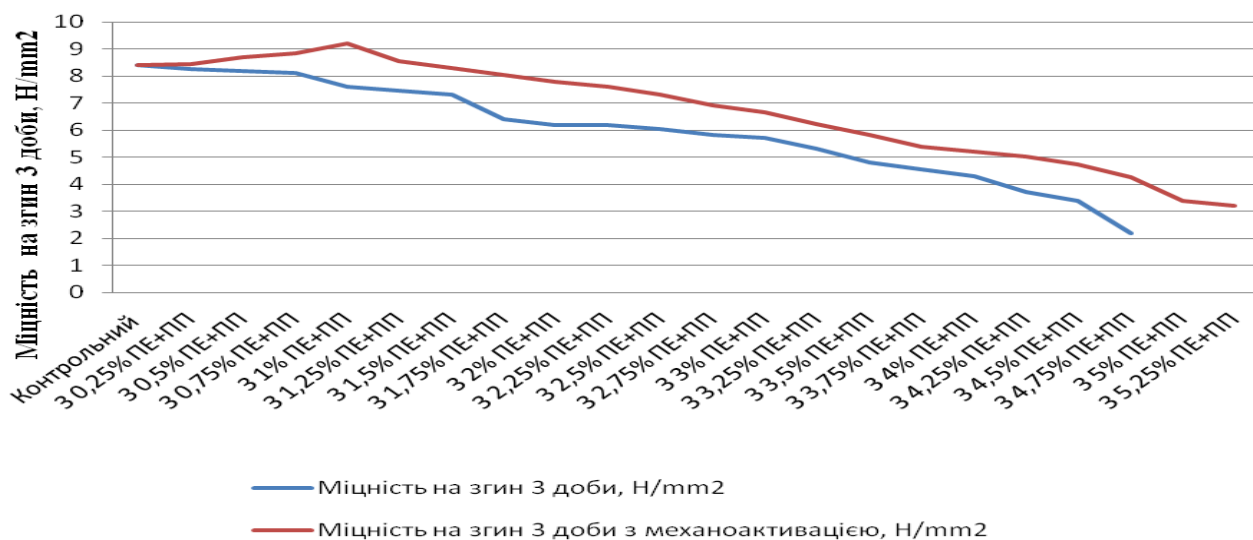


Рисунок 6.10 – Залежність міцності на згин, від кількості доданого у суміш ПЕ+ПП наповнювача з (без) механоактивації у віці 3 днів

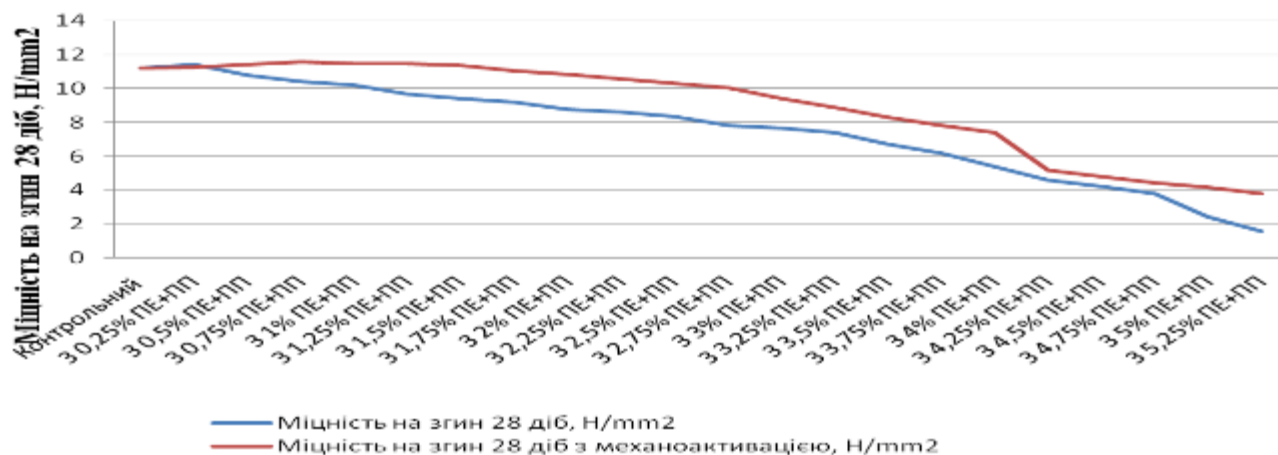


Рисунок 6.11 – Залежність міцності зразків на згин від кількості доданого у суміш ПЕ+ПП наповнювача з (без) механоактивації у віці 28 днів

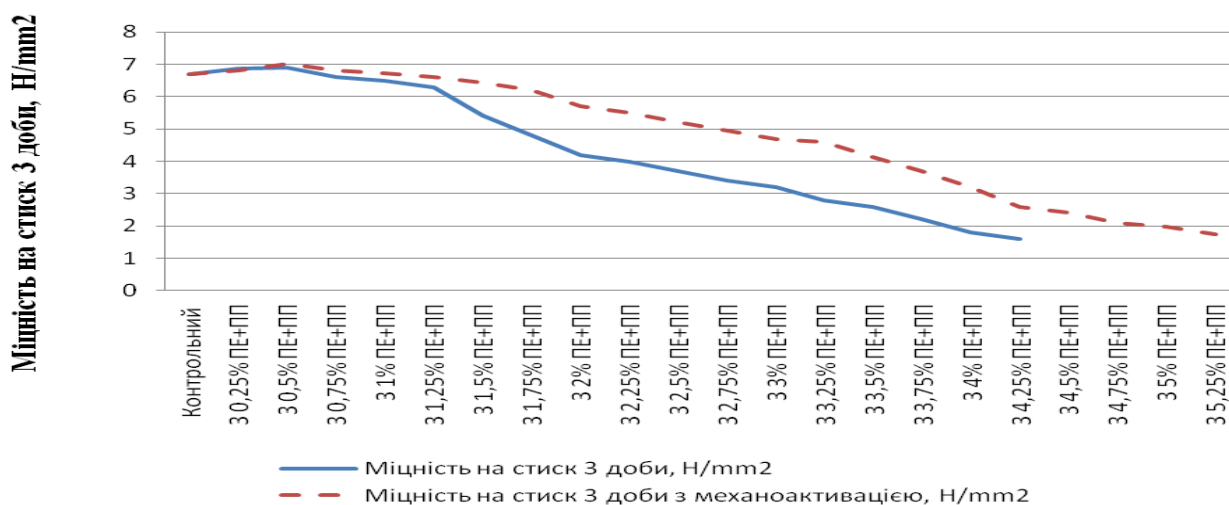


Рисунок 6.12 – Залежність міцності зразків на стиск від кількості доданого у суміш ПЕ+ПП наповнювача з (без) механоактивації у віці 3 днів

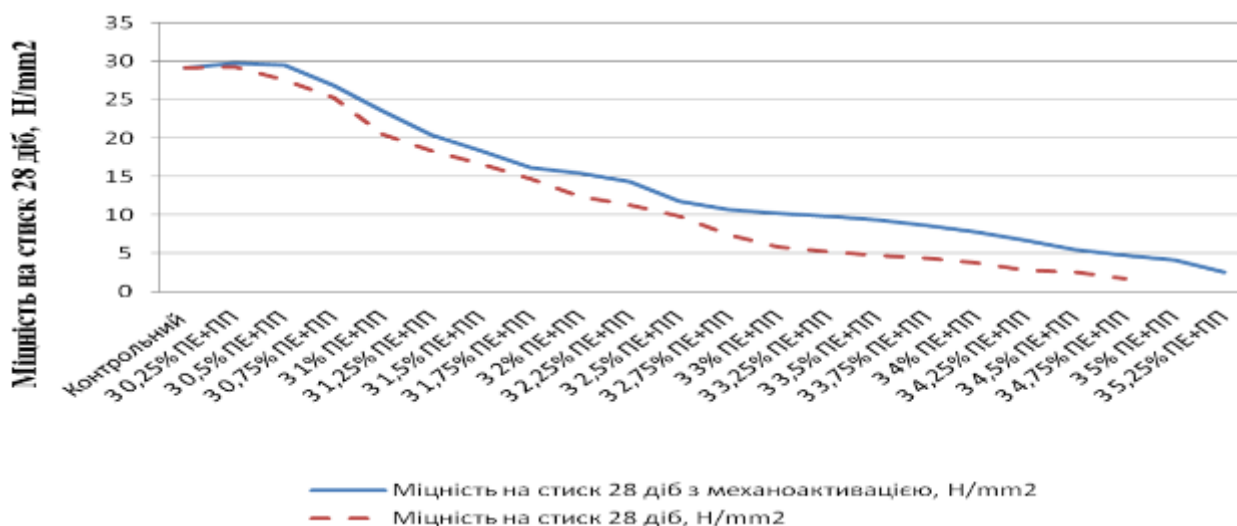


Рисунок 6.13 – Залежність міцності зразків на стиск від кількості доданого у суміш ПЕ+ПП наповнювача з (без) механоактивації у віці 28 днів

Після механічної активації відходів суміш ПЕ+ПП зростає шорхуватість її поверхні, а разом з нею покращились адгезія і сорбція. Результати проведених експериментальних досліджень представлені в додатку Д.

Із рисунків 6.10 і 6.13 видно, що додавання сумішей механічно перероблених ПЕ+ПП практично не впливає на стиск зразків. Це пояснюється низькою стійкістю полімерів даного типу до навантаження в зв'язку з їх високою пластичністю і гнучкістю.

Однак спостерігається покращення зразків із сумішами ПП+ПЕ на згин, що не перевищує 2,5 % міцності контрольних зразків. Це вказує на невелику силу зчеплення між складниками композиції, котрі не можна значно покращити лише механічною активацією такого виду полімерів.

Для всіх досліджених, наповнених механічно переробленими та активованими полімерами композицій встановлено:

- зменшення усадки до 23 % у порівнянні із контролем і відсутність тріщин у зразках;
- зменшення ваги готових виробів на 17,3 % без втрати їх міцності;
- пришвидшення процесу набирання міцності виробів у перші 3 доби з моменту виготовлення за рахунок більш рівномірного розподілу зерен цементу, що утримуються на поверхні полімерних наповнювачів.

6.2 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерних відходів у цементно-піщані композиції на зміну їх корозійних властивостей у різних агресивних середовищах

Наступним етапом дисертаційної роботи було дослідження й еколого-гігієнічна оцінка зміни гігієнічних і міцнісних характеристик зразків із цементно-піщаних сумішей, наповнених різними видами механічно перероблених та активованих полімерів у різних водних хімічно-агресивних середовищах, які пришвидшують руйнування виробів на основі цементу. Нами моделювались три найбільш поширені й масштабні види хімічної корозії: карбонатна, магнезіальна, розширювальна, - та стійкість в двох контрольних середовищах – дистильована і дощова води [195,546].

Виготовлено зразки за методикою п. 2.2 складу:

- контрольні: цемент - 500 гр., пісок – 1500 гр., вода – 250 гр;
- досліджувана композиція №1: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – порізаний полімерний наповнювач від 0,25 % до 12 %, від загальної маси піску (крок 0,25 %);

- досліджувана композиція №2: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – механічно перероблений та активований полімерний наповнювач від 0,25 % до 19 %, від загальної маси піску (крок від 0,25% до 1 %).

Види водних розчинів: карбонатний - 10 % розчин H_2CO_3 ; магнезіальний – 10 % розчин MgCl_2 ; розширювальний – 10 % розчин Na_2SO_4 ; дистильована та дощова води.

Виготовлені зразки вміщували на 28 діб в ємності з вище наведеними розчинами. Втрату іонів Ca^{2+} визначали шляхом титрування розчину середовища кожні 3 доби. Після 28 – ої доби зразки промивали дистильованою водою і зважували для остаточного визначення втрати маси зразків.

Встановлено, що збільшення кількості механічно перероблених полімерів у композиціях зменшує вуглекислотну та розширювальну корозію зразків із усіма видами полімерів, магнезіальну для зразків із ПВХ та сумішами ПЕ + ПП, і збільшує магнезіальну корозію зразків із ПЕТФ.

Результати впливу агресивних середовищ на зразки наповнені полімерами та їх варіабельність залежно від кількості й виду полімеру та агресивного середовища наведено в додатку Е (табл. Е1-Е3) та рис. 6.14 – 6.16.

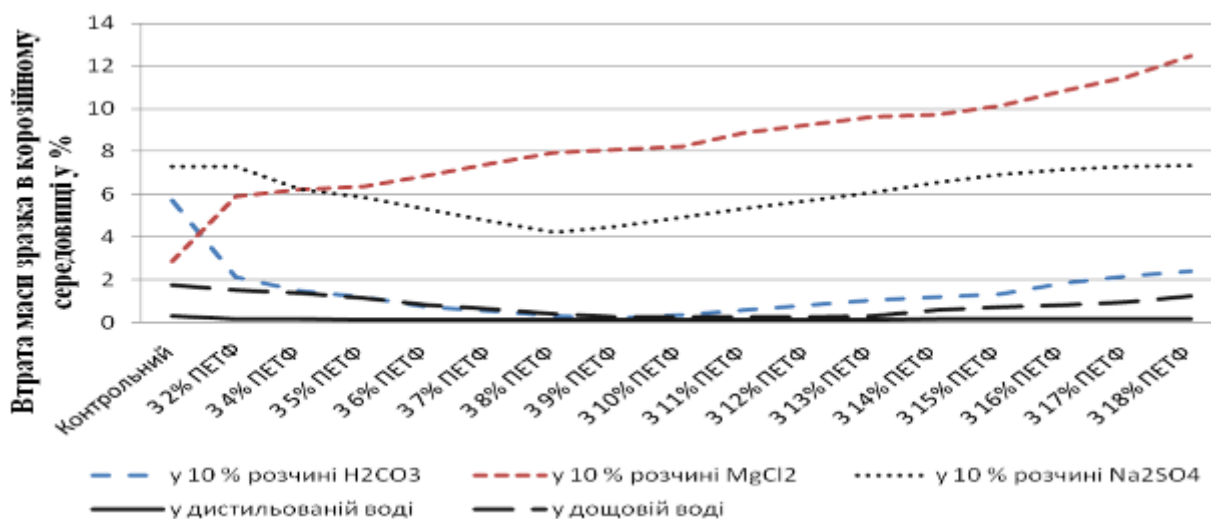


Рисунок 6.14 - Втрати маси зразків наповнених механічно переробленими ПЕТФ за 28 діб залежно від кількості доданих полімерів і типу агресивного середовища

Аналіз досліджень корозійної втрати маси зразків показав:

а) для контрольних зразків корозійна втрата маси склала (рис.6.14 – 6.16):

1) у 10 % розчині H_2CO_3 – 5,7 %;

2) у 10 % розчині MgCl_2 , - 2,9 %;

- 3) у 10 % розчині Na_2SO_4 – 7,3 %;
- 4) у дистильованій воді - 0,34 %;
- 5) у дощовій воді – 1,76 %;

б) для зразків із ПЕТФ із їх вмістом від 1 % до 18 % від загальної маси наповнювача корозійна втрата маси склала (рис. 6.14):

- 1) у 10 % розчині H_2CO_3 – від 0,235 % до 2,4 %;
- 2) у 10 % розчині MgCl_2 - від 5,9 % до 12,46 %;
- 3) у 10 % розчині Na_2SO_4 – від 4,23 % до 7,34 %;
- 4) у дистильованій воді - від 0,12 % до 0,17 %;
- 5) у дощовій воді – від 0,267 % до 1,52 %;

за рахунок вимивання CaO в умовах вуглекислотної та розширювальної корозії, а також у дощовій і дистильованій водах. Надалі, зі зростанням кількості наповнювача, відбувається незначне збільшення втрати маси зразків, однак вони не досягають значень контрольної суміші. Для зразків, наповнених ПЕТФ в умовах магнезіального середовища, зафіксовано корозійну втрату зразків, що пришвидшується із збільшенням кількості доданих ПЕТФ.

в) для зразків цементно-піщаних сумішей, наповнених переробленими ПВХ відходами, з вмістом відходів від 1 % до 19 % від загальної маси наповнювача, корозійна втрата маси склала (рис. 6.15):

- 1) у 10 % розчині H_2CO_3 – від 0,226 % до 2,07 %;
- 2) у 10 % розчині MgCl_2 - від 2,52 % до 6,84 %;
- 3) у 10 % розчині Na_2SO_4 – від 2,88 % до 7,13 %;
- 4) у дистильованій воді - від 0,136 % до 0,183 %;
- 5) у дощовій воді – від 0,257 % до 1,48 %.

Із рис. 6.15 видно, що за кількості доданого ПВХ наповнювача у цементно-піщані композиції від 2 % до 6 % теж відбувається різке зменшення втрати маси зразків за рахунок вимивання CaO під дією змодельованих корозійних середовищ, а також у дощовій і дистильованій водах. Надалі, зі збільшенням кількості наповнювача від 7 % до 16 %, має місце незначне збільшення втрати маси зразків у порівнянні з контрольними від магнезіальної корозії.

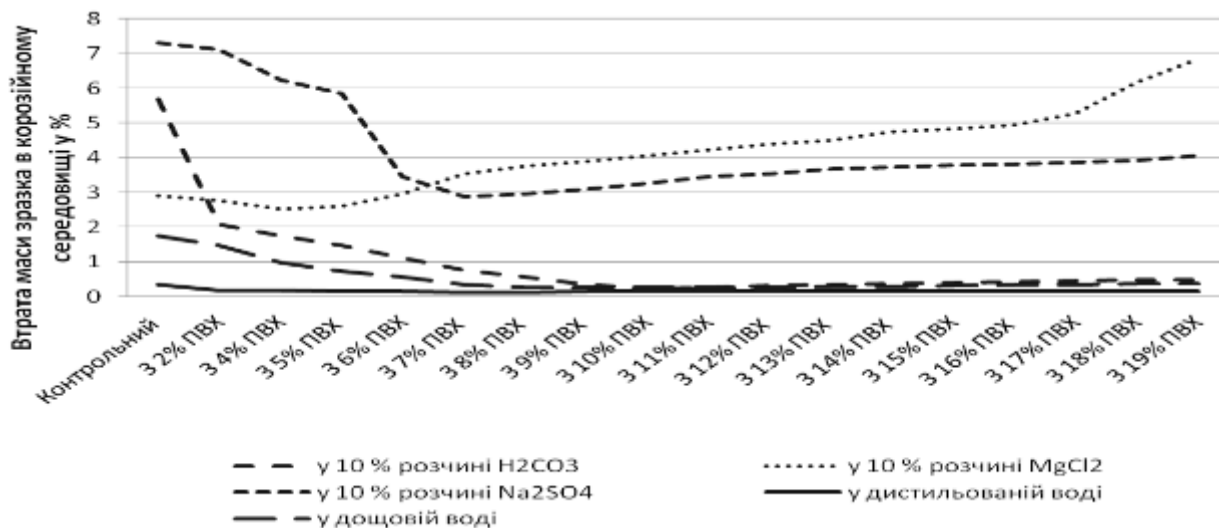


Рисунок 6.15 – Корозійна втрата маси зразків наповнених механічно переробленими ПВХ за 28 діб залежності від кількості доданих полімерів і типу агресивного середовища

г) для зразків цементно-піщаних сумішей, наповнених переробленими сумішами ПЕ + ПП відходів із вмістом відходів від 0,25 % до 5,25 % від загальної маси наповнювача корозійна втрата маси складала (рис. 6.16):

- 1) у 10 % розчині H₂CO₃ – від 0,124 % до 2,73 %;
- 2) у 10 % розчині MgCl₂ - від 2,83 % до 5,68 %;
- 3) у 10 % розчині Na₂SO₄ – від 2,53 % до 7,16 %;
- 4) у дистильованій воді - від 0,27 % до 0,144 %;
- 5) у дощовій воді – від 0,198 % до 1,68 %.

Із рис. 6.16 видно, що за кількості доданого ПЕ+ПП наповнювача у цементно-піщані композиції від 0,25 % до 1,25 % відбувається також різке зменшення втрати маси зразків в умовах змодельованих агресивних середовищ та у дощовій і дистильованій водах. Надалі зі зростанням кількості наповнювача від 1,5 %, спостерігається незначна втрата маси зразків, за рахунок CaO, для магnezіальної корозії у порівнянні з контрольними.

Відомо, що в цементно-піщаних композиціях без наповнення полімерами структура цементного каменю складена хаотично розташованими дрібно та крупно пористими агломераціями відкритого типу. Такі композиції добре вбирають та пропускають крізь себе воду, взаємодіють із розчинними у ній сполуками, тому для них характерно вимивання в агресивних середовищах розчинних сполук із іонами Ca⁺.

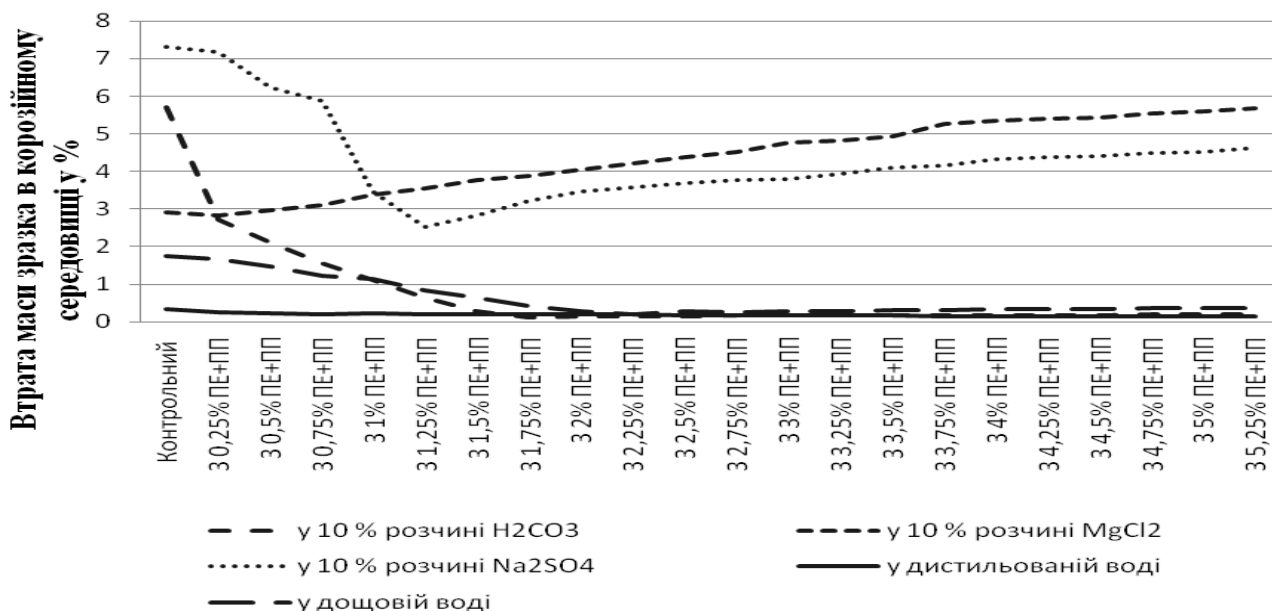


Рисунок 6.16 – Корозійна втрата маси зразків наповнених механічно переробленими сумішами PE+ПП за 28 діб у залежно від кількості доданих полімерів і типу агресивного середовища

Гігієнічними дослідженнями встановлено, що продуктом деструкції зразків цементно-піщаних композицій, наповнених полімерами, є суміш неорганічного аморфного осаду, основну масу якого складає: $\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ від 97,4 % до 98,2 %, інше – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}_2(\text{OH})_3$. Продукти деструкції є нетоксичними, нерозчинними або малорозчинними простими неорганічними сполуками, що не чинять негативного впливу на довкілля та людину [547].

Комплексом експериментальних фізико-хімічних методів встановлено, що наповнення цементно-піщаних сумішей механічно переробленими та активованими полімерами формує особливе структуроутворення цементного каменю. Воно характеризується більш щільною структурою зі значною кількістю низькоосновних гідросилікатів кальцію та твердих розчинів гідроалюмосилікатного складу. Ці особливості структуроутворення цементної матриці пояснюють високу корозійну стійкість цементно-піщаних сумішей, наповнених полімерами в водних агресивних середовищах, для яких характерні критичні значення рН, як лужного, так і кислотного характеру та їх різка зміна у просторі й часі.

Тому наповнені механічно переробленими та активованими полімерами композиції можна рекомендувати для застосування з контактом із різними агресивними середовищами для:

- облаштування каналізаційних мереж для відводу стічних вод, улаштування відстійників для стоків;
- створення екранів, які перешкоджають розповсюдженню хімічно агресивних, високотоксичних речовин та їх відходів;
- екранування сховищ різних небезпечних рідин, резервуарів нафтопродуктів, гідрозатворів;
- основи під полігони рідких і твердих токсичних і побутових відходів;
- зведення дамб водосховищ;
- улаштування дорожніх покриттів, які експлуатуються під дією агресивних речовин тощо.

6.3 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерів у цементно–піщані композиції на зміну їх теплоізоляційних властивостей

Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка зміни теплоізоляційних властивостей створених цементних композицій, які наповнені відходами полімерів різних видів, проводилось методом визначення теплопровідності циліндричним зондом марки ИТП-МГ4 за методикою, описаною у п. 2.2.

Результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що в залежності від зміни кількості та виду механічно переробленого та активованого полімерного наповнювача теплопровідність досліджуваних сумішей змінюються в межах [47,521,548,549]:

а) для ПЕТФ - наповнювача від 0,77762 Вт / м × град (для 2 % ПЕТФ) до 0,44581 Вт / м × град (для 18 % ПЕТФ);

б) для сумішей ПЕ+ПП - наповнювача – від 0,68445 Вт / м × град (для 2 % ПЕ+ПП) до 0,53485 Вт / м × град (для 5,25 % ПЕ+ПП);

в) для ПВХ - наповнювача – від 0,78816 Вт / м × град (для 2 % ПВХ) до 0,54242 Вт / м × град (для 19 % ПВХ);

г) для контрольних зразків теплопровідність склала 0,84376 Вт / м × град.

Графічне зображення зміни теплопровідності цементно-піщаних сумішей, наповнених переробленими полімерними відходами різних типів у різних кількостях, зображена на рисунках 6.17 – 6.19.

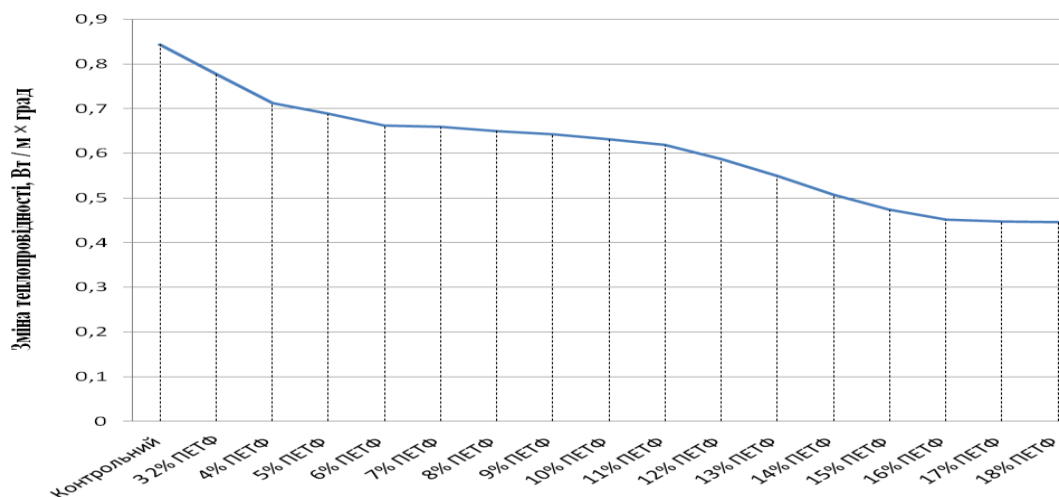


Рисунок 6.17 – Зміна теплопровідності зразків наповнених механічно переробленими ПЕТФ у залежності від кількості доданих у суміш полімерів

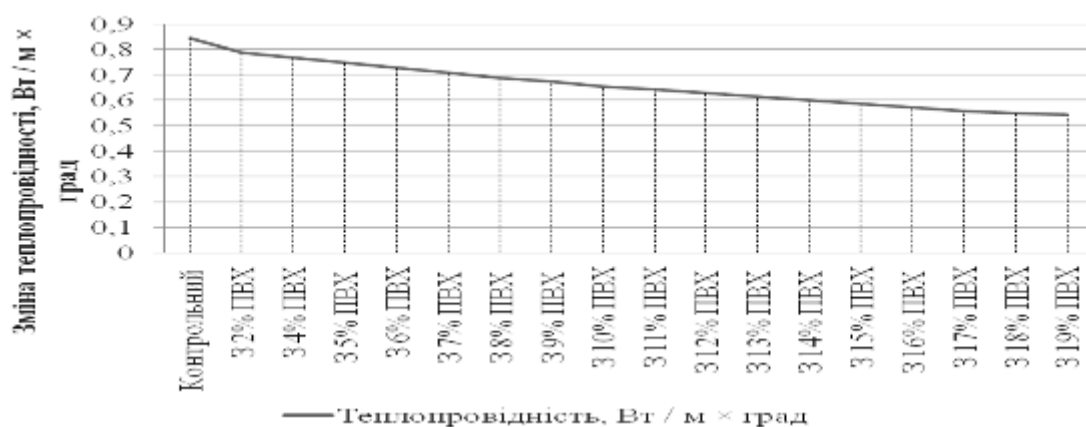


Рисунок 6.18 – Зміна теплопровідності зразків наповнених механічно переробленими ПВХ у залежності від кількості доданих у суміш полімерів

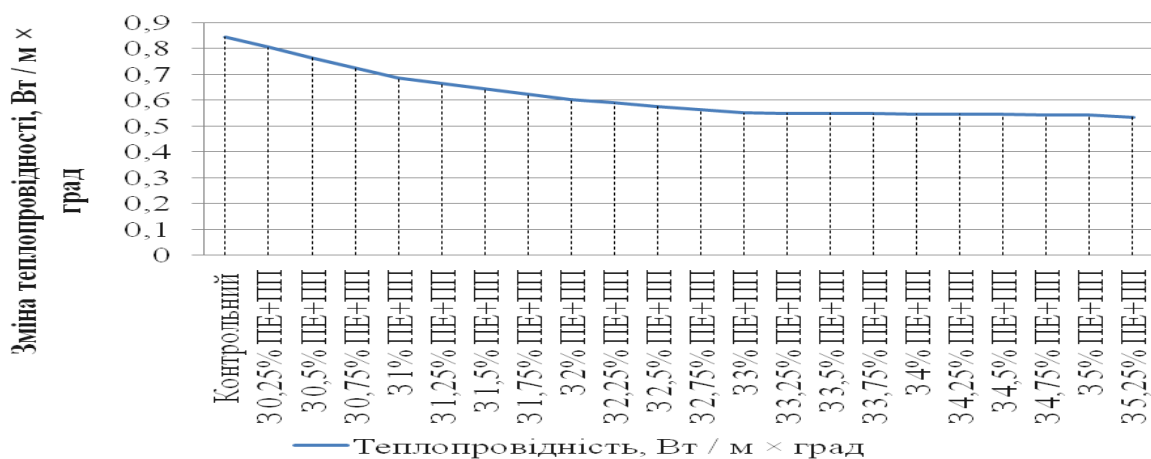


Рисунок 6.19 – Зміна теплопровідності зразків наповнених переробленими сумішами ПЕ+ПП у залежності від кількості доданих у суміш полімерів

Із аналізу даних рисунків 6.17-6.19 слідує, що теплопровідність зменшилась найбільш інтенсивно для композицій, наповнених сумішшю перероблених ПЕ+ПП. Окрім цього, теплопровідність зменшується прямо

пропорційно кількості доданого у цементно-піщану суміш полімерного наповнювача, незалежно від виду полімеру.

Хоча теплопровідність досліджуваних зразків зменшилась майже вдвічі, їх не можна рекомендувати в якості теплоізоляційних матеріалів у зв'язку із малою ефективністю у порівнянні з пінобетоном та газобетоном, у яких теплопровідність складає $0,35 \text{ Вт / м} \times \text{град}$ та $0,21 \text{ Вт / м} \times \text{град}$ відповідно. Однак отримані суміші є конкурентними в порівнянні з цеглою суцільною із теплопровідністю від $0,5 \text{ Вт / м} \times \text{град}$ до $0,8 \text{ Вт / м} \times \text{град}$, цеглою пустотілою – від $0,34 \text{ Вт / м} \times \text{град}$ до $0,43 \text{ Вт / м} \times \text{град}$.

Якщо збільшити кількість полімерів у сумішах, то такі вироби, наповнені полімерами, складуть реальну конкуренцію і піно- та газоблокам.

6.4 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка додавання перероблених полімерів у композиції на зміну їх звукоізоляційних властивостей

Наступним етапом було дослідження та еколого-гігієнічна оцінка зміни коефіцієнта звукопоглинання цементно-піщаних композицій, наповнених механічно переробленими та активованими полімерами, залежно від зміни частоти та типу наповнювача [47,544,548,549].

Для дослідження обрали зразки з міцнісними характеристиками, що дозволяють їх використовувати для улаштування перегородок, які не виконують роль несучих конструкцій та працюють без навантаження для розмежування приміщень. Зразки виготовили провели випробовування за методиками, розглянутими в. 2.2:

- склад контрольних зразків: цемент - 500 гр., пісок – 1500 гр., вода – 250 гр;
- склад досліджуваних композицій: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – механічно перероблений та активований полімерний наповнювач: ПЕТФ і ПВХ - 15 %, сумішей ПЕ + ПП – 4,5 % від загальної маси піску.

Одержані дані оформили у вигляді таблиці 6.1 і графіків залежності коефіцієнта звукопоглинання α_0 зразків від частоти представлені на рисунку 6.20.

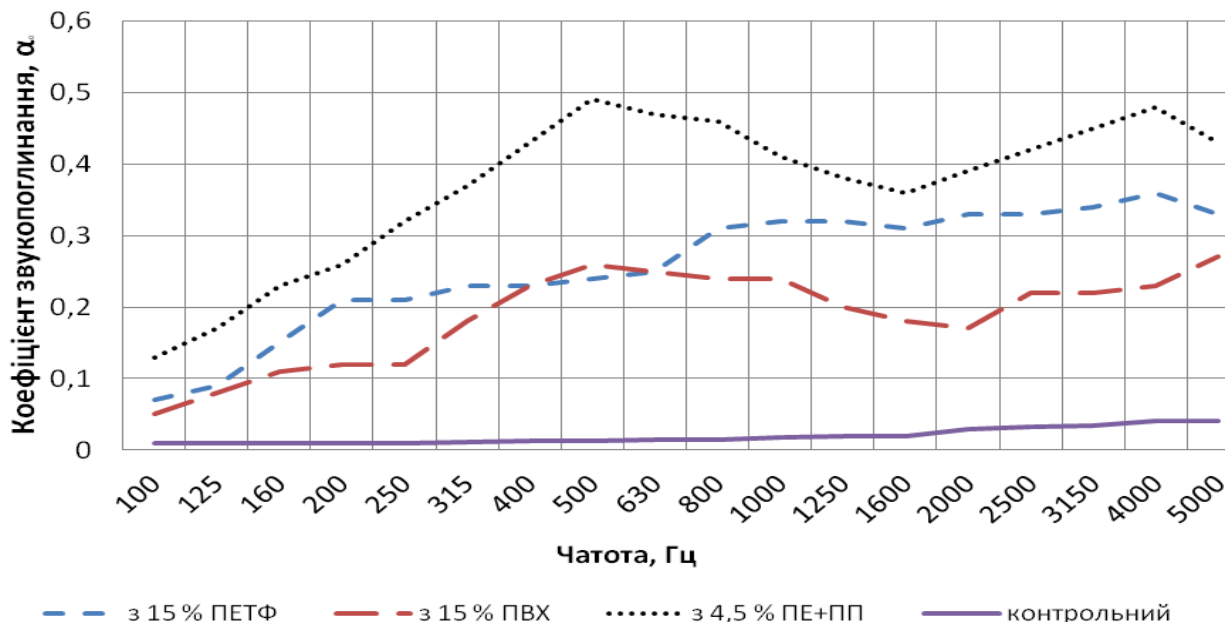


Рисунок 6.20 - Зміна коефіцієнта звукопоглинання наповнених різними видами механічно перероблених полімерів залежно від частоти

На графіках рис. 6.20 наведено результати випробувань зразків, виготовлених із сумішей наповнених різними видами механічно активованих полімерів у порівнянні з контрольним зразком без полімерного наповнювача. Із аналізу результатів зведених графіків зміни коефіцієнту звукопоглинання слідує, що найкращими звукоізоляційними властивостями володіють композиції, наповнені сумішшю ПЕ + ПП.

Результати, отримані в ході експериментів, показали, що додавання механічно перероблених і активованих полімерних відходів у цементно-піщані суміші покращує їх звукоізоляційні властивості. Експериментально встановлено, що розроблені нами цементно-піщані композиції, наповнені полімерними відходами, володіють значно кращими звукоізоляційними властивостями, ніж відомі і широко застосовувані в будівництві матеріали. Для порівняння та унаочнення наведено коефіцієнти звукопоглинання основних будівельних матеріалів і конструкцій та отриманих нами цементно-піщаних сумішей, наповнених механічно переробленими полімерами (табл. 6.2).

Дослідження зміни коефіцієнта звукопоглинання цементно-піщаних сумішей з (без) наповнювача в залежності від частоти

Частота, Гц	Тип випробовуваного зразка			
	контрольний	15 % ПЕТФ	15 % ПВХ	4,5 % суміші ПЕ+ПП
100	0,01	0,07	0,05	0,13
125	0,01	0,09	0,08	0,17
160	0,01	0,15	0,11	0,23
200	0,01	0,21	0,12	0,26
250	0,01	0,21	0,12	0,32
315	0,012	0,23	0,18	0,37
400	0,013	0,23	0,23	0,43
500	0,013	0,24	0,26	0,49
630	0,015	0,25	0,25	0,47
800	0,015	0,31	0,24	0,46
1000	0,017	0,32	0,24	0,41
1250	0,019	0,32	0,2	0,38
1600	0,02	0,31	0,18	0,36
2000	0,03	0,33	0,17	0,39
2500	0,032	0,33	0,22	0,42
3150	0,035	0,34	0,22	0,45
4000	0,04	0,36	0,23	0,48
5000	0,04	0,33	0,27	0,43

Таблиця 6.2

Коефіцієнти звукопоглинання матеріалів за частоти в 1000 Гц

Будівельний матеріал чи конструкція	відчинене вікно	газо- і піно-бетон	бетон	дерево	цегла суцільна та пустотіла	цементно-піщана суміш з ПЕТФ	цементно-піщана суміш з ПВХ	цементно-піщана суміш з ПВЕ+ПП
Коефіцієнт звукопоглинання за частоти в 1000 Гц	1,0	0,2	0,02	0,1	0,05 – 0,14	0,32	0,24	0,41

Із аналізу даних таблиці 6.2 встановлено, що піщано-цементні суміші наповнені переробленими відходами сумішей ПЕ + ПП в кількості 4,5 % від маси наповнювача вдвічі звукоізоляційно ефективніші за піно- та газобетон, у 4 рази – за дерево та від 3 разів до 8 разів за цеглу пустотілу й суцільну. Тому отримані піщано-цементно-полімерні суміші доцільно застосовувати в якості звукопоглинальних матеріалів під час будівництва.

6.5 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка впливу обробки поверхнево-активними речовинами (ПАР) наповнювачів із перероблених полімерів різних видів на властивості композицій

6.5.1 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка зміни стійкості до фізичних навантажень композицій наповнених різними переробленими полімерами на поверхню яких нанесено ПАР

Наступним етапом роботи досліджено зміну стійкості до фізичних навантажень цементно-піщаних композицій наповнених механічно переробленими та активованими полімерами різного виду, поверхня яких була оброблена ПАР. Обробку поверхні полімерів ПАР провели з метою покращення зчеплення полімерів із цементною матицею, що, як нами було припущено, мало дозволити збільшити вміст полімерів у композиціях [42,545-549].

Зразки виготовили та випробували за методиками, описаними в п. 2.2:

- склад контрольних зразків: цемент - 500 гр., пісок – 1500 гр., вода – 250 гр;
- склад досліджуваних композиційних сумішей №1: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – порізаний полімерний наповнювач від 0,25 % до 12 %, від загальної маси піску (з кроком від 0,25 % до 1 %);
- склад досліджуваних композиційних сумішей №2: пісок - цемент - вода (3:1:0,4) – механічно перероблений та активований полімерний наповнювач із нанесеною різного виду ПАР на його поверхню від 0,25 % до 26,75 %, від загальної маси піску (з кроком від 0,25% до 1 %).

Результатами попередніх досліджень, які висвітлені в п. 6.1, встановлено, що максимальна кількість введення механічно активованих полімерів від загальної маси наповнювача досягає: ПВХ – 19 %; для ПЕТФ – 18 %; для суміші ПЕ+ПП – 5,25 %. При цьому максимальний вміст активованих полімерів у композиціях, які не погіршують їх фізико-механічних властивості, склав: для ПВХ – 7 %; для ПЕТФ – 5 %; для ПЕ+ПП – 0,5 %.

Розроблена нами технологія переробки полімерних відходів шляхом їх механоактивації, що детально описана в п. 4.1, сприяє підвищенню зчеплення полімерів із цементним каменем на фізичному рівні, але не на хімічному. Відомо, що саме хімічне з'єднання є найбільш надійним, міцним і довговічним.

Тому, якщо створити умови росту кристалів цементної матриці на поверхні полімерного наповнювача, то це вирішить проблему зчеплення полімеру з бетоном. Для вирішення даної проблеми нами проведено ряд експериментальних досліджень із пошуку ПАР, що забезпечують покращення хімічного «з'єднання» досліджуваних перероблених полімерів із складовими цементно-піщаних композицій. Також експериментальним шляхом було підбрано концентрацію ПАР та розроблено технологію нанесення ПАР на поверхню механічно перероблених та активованих полімерів.

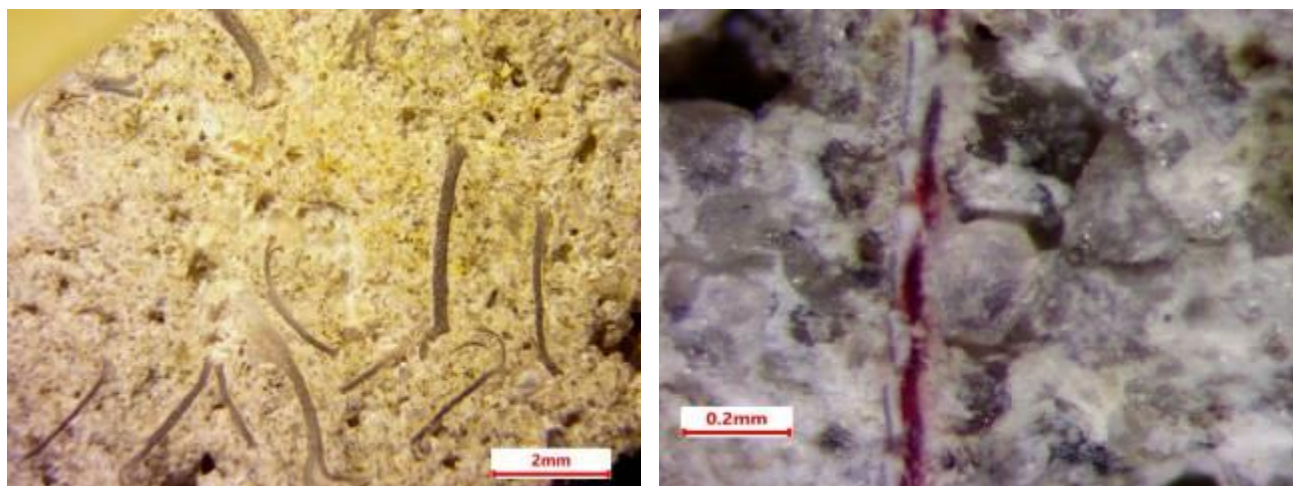
З метою підбору класу та виду оптимальних ПАР, які забезпечили б найкраще зчеплення полімерів у цементно-піщаних композиціях, було досліджено представників основних чотирьох класів ПАР (аніонні, катіонні, амфотерні, неіоногенні). Різні ПАР було нанесено на підготовлену механічною активацією поверхню досліджуваних полімерів. Досліджено наступних представників ПАР: лауретсульфат натрію, сульфанол (аніонні), N – цетил N₁, N₁, N₁ – триметиламоній бромід (катіонна), кокамідопропілбетаїн (амфотерна), неонол, проксанол ЦІ – 3 (неіоногенні).

Дослідженнями встановлено, що найміцніше зчеплення на хімічному рівні виникло між механічно активованими полімерами та складниками цементно-піщаних сумішей під час нанесення на поверхню аніонних ПАР. Оптимальні результати отримано для полімерних наповнювачів, на поверхню яких було нанесено 0,001 % розчин лауретсульфат натрію, що попередньо розвели в 0,01 % розчині NaCl. Задовільним зчепленням володіють механічно перероблені полімери із нанесеними на їх поверхню неіоногенними ПАР. Катіонні та амфотерні ПАР - навпаки, погіршують зчеплення за різних концентрацій, способів додавання в цементно-піщані суміші та нанесення на поверхню полімерів.

Після проведення механоактивації, внаслідок зростання шорохуватості та питомої поверхні перероблених полімерів збільшується їх адгезія до компонентів цементно-піщаної суміші. Окрім цього, отримані результати фізико-механічних та мікроскопічних досліджень підтверджують, що підібрана ПАР забезпечує з'єднання між складовими цементно-піщаної композиції та полімерними відходами не тільки на фізичному, а й на хімічному рівнях. Зокрема мікроскопічні дослідження показали ріст кристалоутворень на

поверхні полімерів, внаслідок чого забезпечилось з'єднання полімерів і з цементно-піщаною матрицею. На фото з електронного мікроскопа видно, що саме перехідний шар плівки з ПАВ, який нанесено на поверхню полімеру, виступає клеєм, який з'єднує полімери з компонентами суміші (рис. 6. 21).

Дослідження та фото виконані на обладнанні та з допомогою фахівців фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів.



А – зразок цементно-піщаної суміші із переробленими ПЕТФ відходами із ПАВ

Б - зразок цементно-піщаної суміші із переробленими ПЕ+ПП відходами із ПАВ

Рисунок 6.21 – Дослідження зчеплення перероблених полімерів вкритих ПАВ із цементно-піщаною матрицею (фото з електронного мікроскопа)

Відомо, що ПАВ водночас володіють гідрофобними і гідрофільними властивостями. Тому нанесена на поверхню полімерів плівка ПАВ є центром кристалізації, на поверхні якої починається ріст і розвиток кристалів цементної матриці та яка зчіплює компоненти цементно-піщаної суміші з полімером.

Виконаними експериментальними дослідженнями стійкості до фізичних навантажень зразків із полімерами на поверхню яких нанесено ПАВ, підтверджено зростання міцнісних характеристик (стиск, вигин) усіх видів зразків незалежно від виду полімерного наповнювача. Отримані дані в результаті проведених досліджень ілюструють графіки, представлені на рисунках 6.22 – 6.33.

Для всіх досліджених зразків встановлено:

- зменшення усадки цементно-піщаних композицій до 48 % у порівнянні із ненаповненими сумішами;

- візуальними та мікроскопічними дослідженнями встановлено відсутність процесів утворення тріщин у зразках;
- зменшення ваги готових виробів на 23,6 % без погіршення їх міцності;

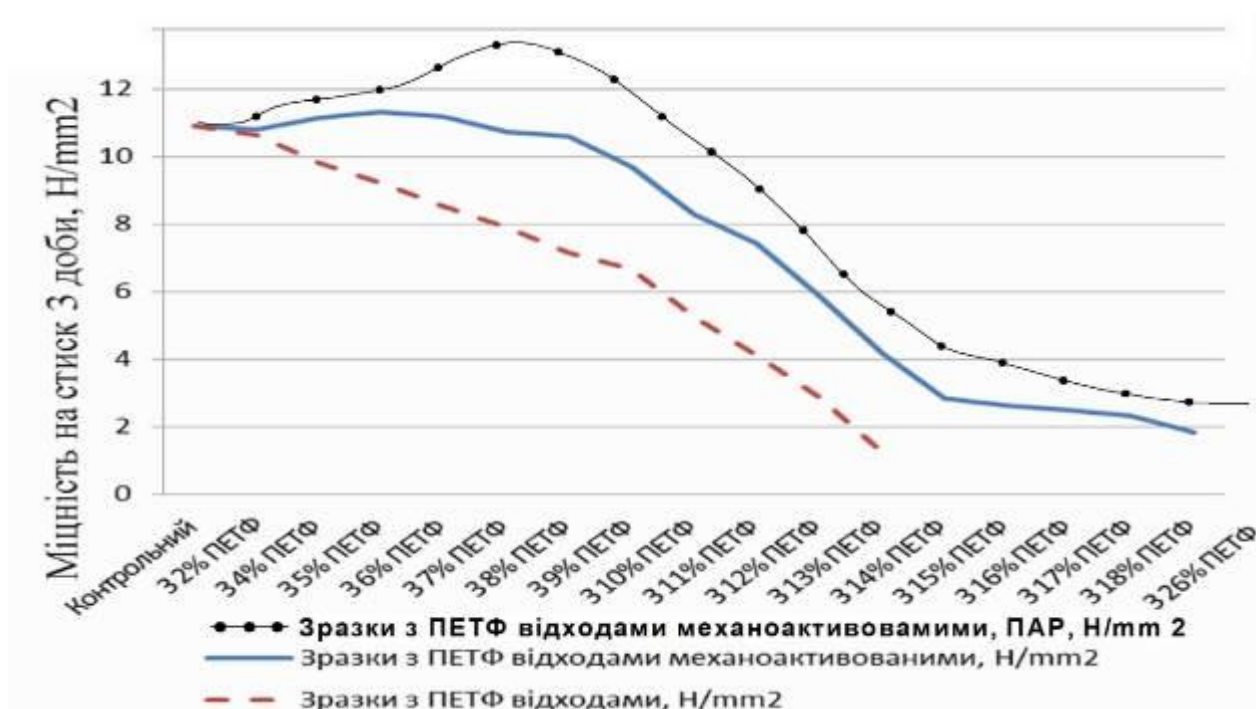


Рисунок 6.22 – Залежність між міцністю на стиск і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 3 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР на їх поверхню

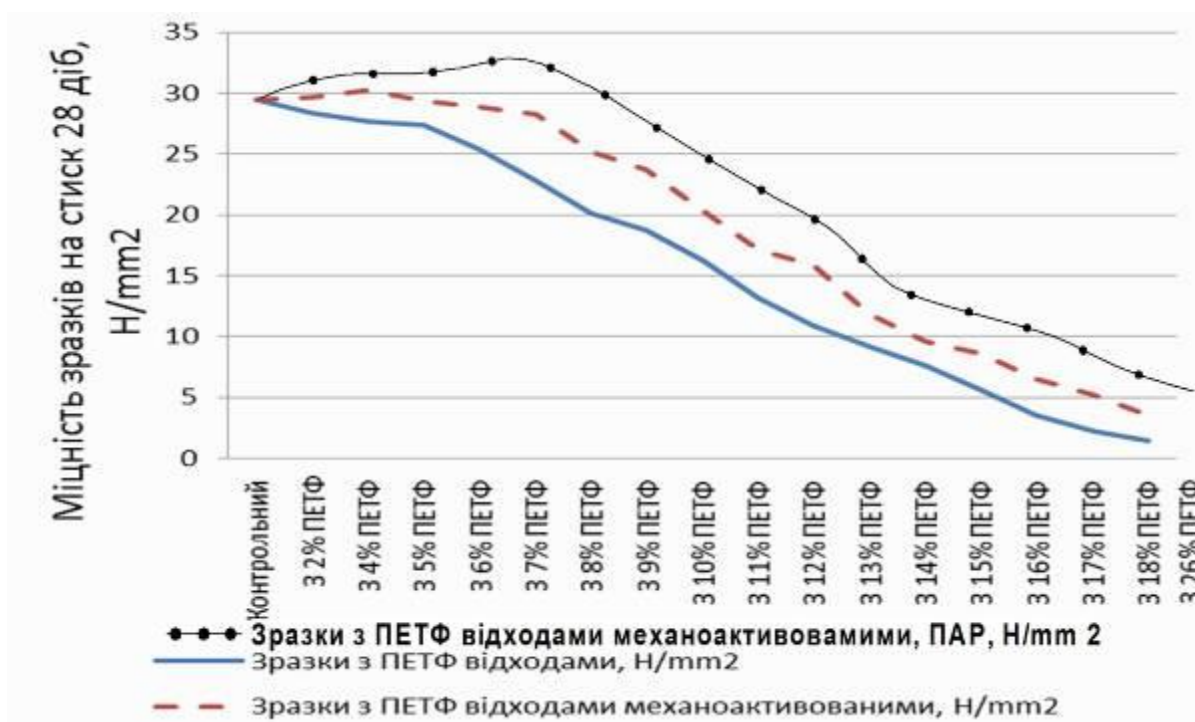


Рисунок 6.23 – Залежність між міцністю на стиск і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 28 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР на їх поверхню

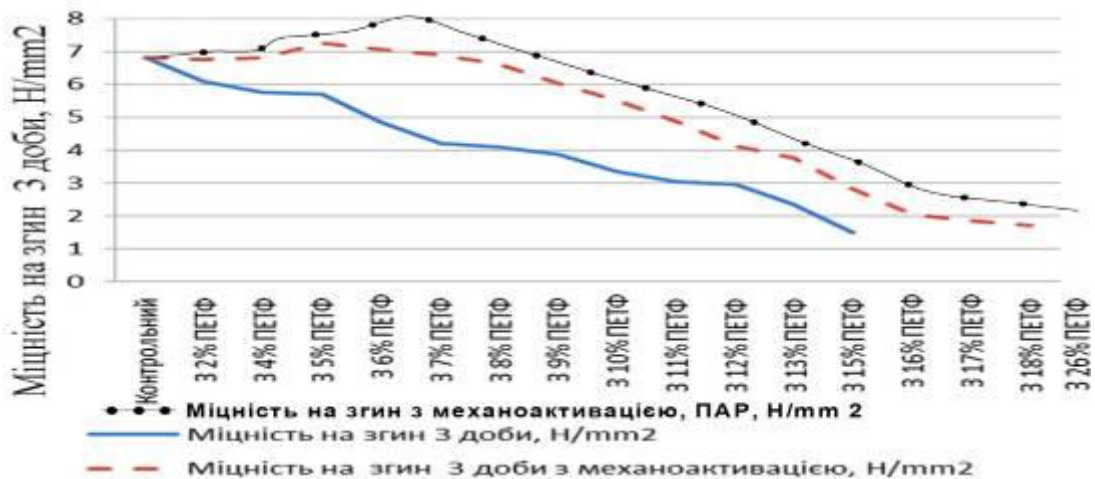


Рисунок 6.24 – Залежність між міцністю на згин і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 3 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР на їх поверхню

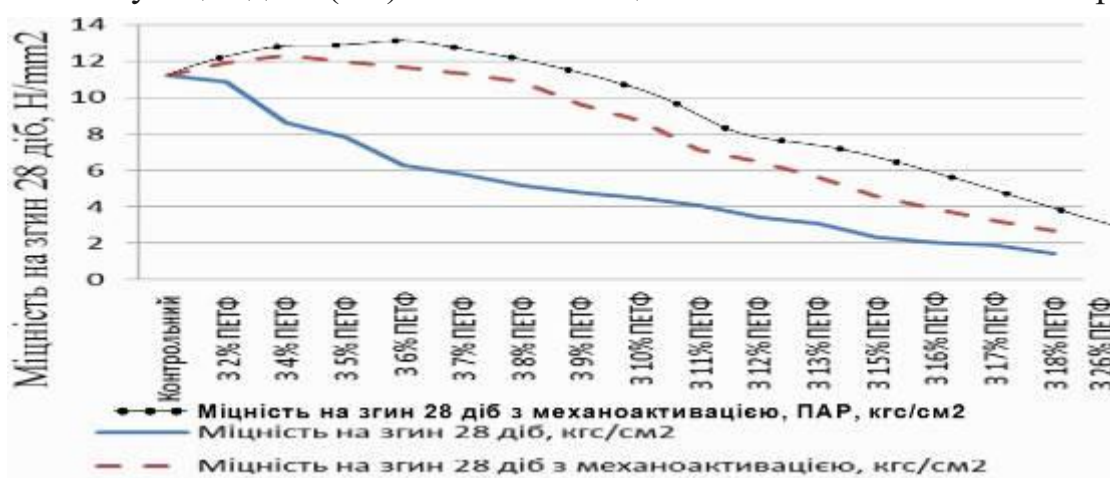


Рисунок 6.25 – Залежність між міцністю на згин і кількістю ПЕТФ наповнювача у віці 28 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР на їх поверхню

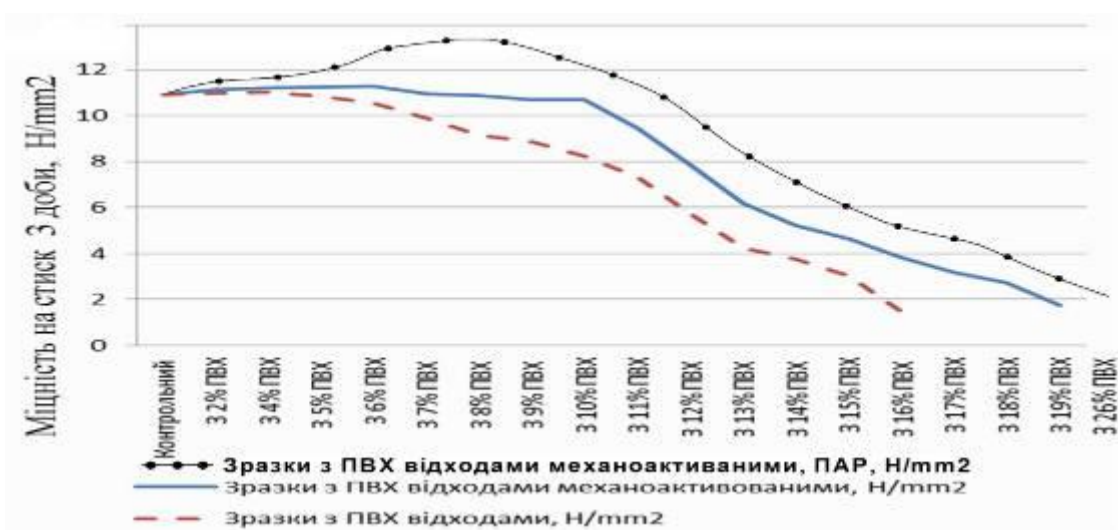


Рисунок 6.26 – Залежність між міцністю на стиск і кількістю ПВХ наповнювача у віці 3 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР на їх поверхню

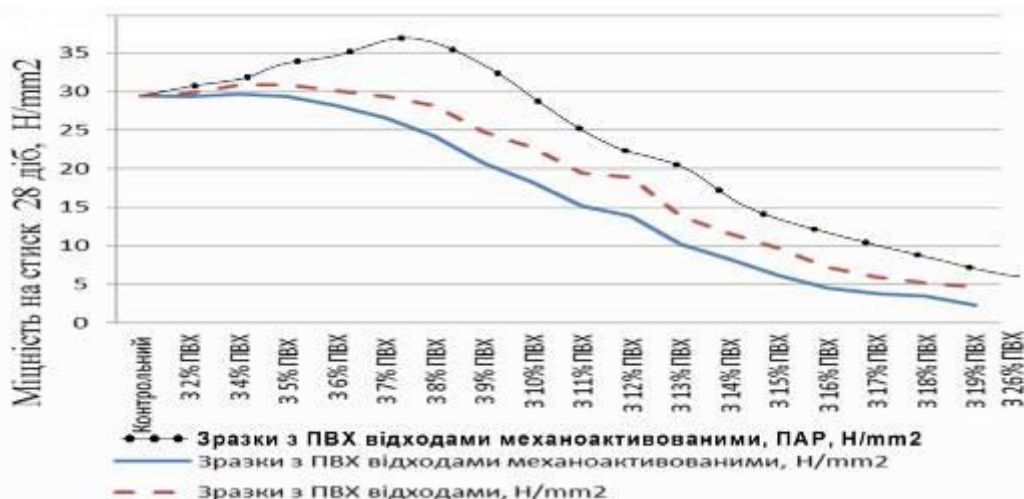


Рисунок 6.27 – Залежність між міцністю на стиск і кількістю ПВХ наповнювача у віці 28 днів виготовлення з (без) механоактивації з нанесеним ПАР

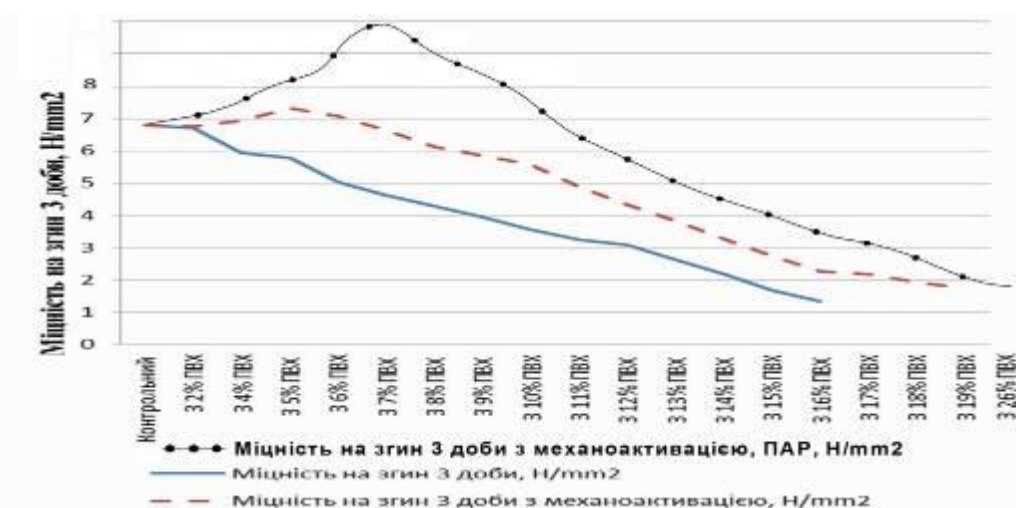


Рисунок 6.28 – Залежність між міцністю бетону на згин і кількістю ПВХ наповнювача у віці 3 днів з (без) механоактивації з нанесеним ПАР

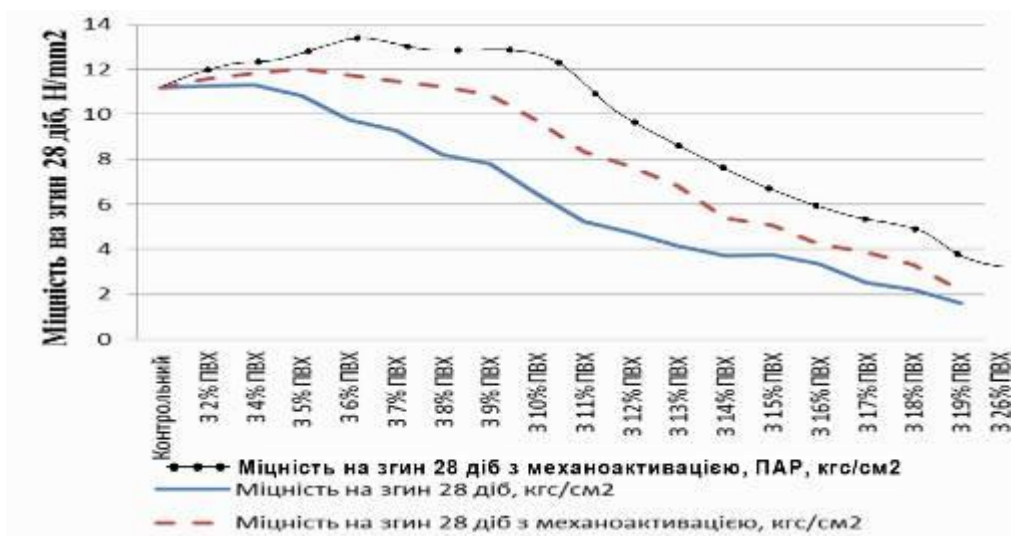


Рисунок 6.29 – Залежність між міцністю на згин і кількістю ПВХ наповнювача у віці 28 днів з (без) механоактивації з нанесеним ПАР

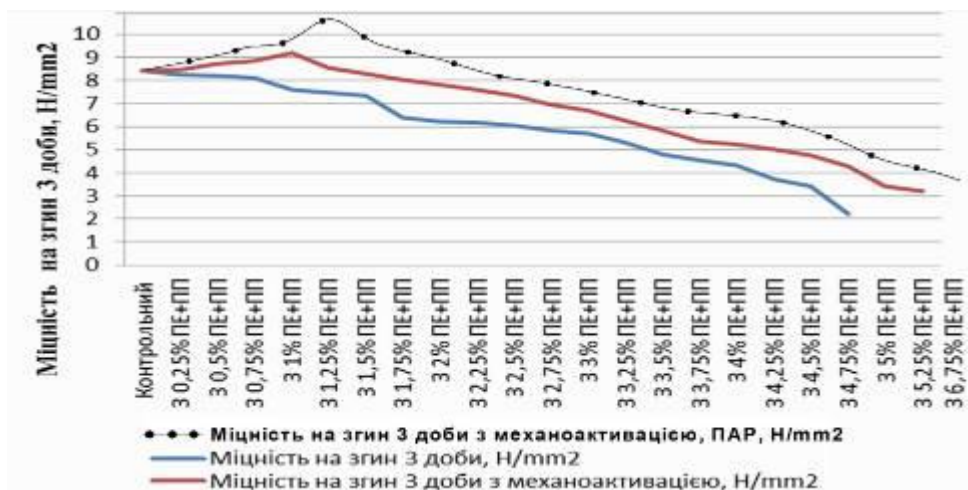


Рисунок 6.30 – Залежність між міцністю на згин і кількістю ПЕ+ПП наповнювача у віці 3 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР

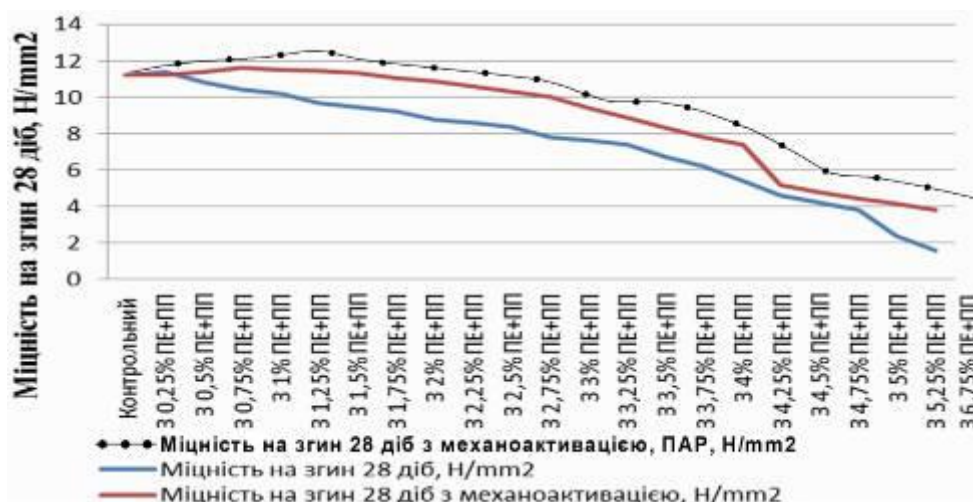


Рисунок 6.31 – Залежність між міцністю на згин і кількістю ПЕ+ПП наповнювача у віці 28 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР



Рисунок 6.32 – Залежність між міцністю на стиск і кількістю ПЕ+ПП наповнювача у віці 3 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР

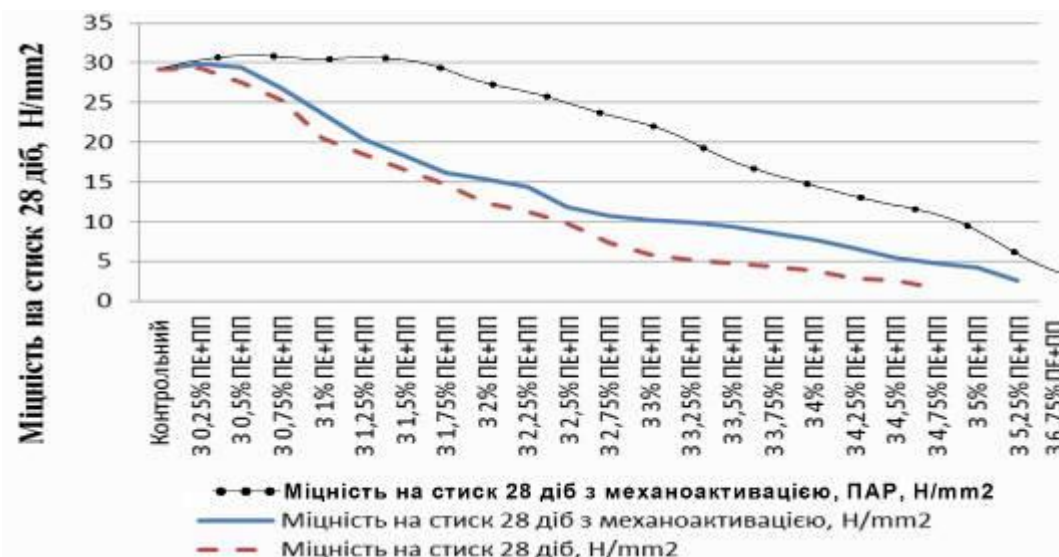


Рисунок 6.33 – Залежність між міцністю на стиск і кількістю ПЕ+ПП наповнювача у віці 28 діб з (без) механоактивації з нанесеним ПАР на їх поверхню

- швидше набирання міцності зразками в перші 3 доби з за рахунок більш рівномірного розподілу цементу, що утримують на поверхні полімери та покращення зчеплення між полімером та цементно-піщаною матрицею.

Результати досліджень детально наведено в додатку Є (табл. Є1-Є3).

Дослідженнями встановлено, що максимальна кількість доданих механічно активованих полімерів, оброблених ПАР, від загальної маси наповнювача сягає: для ПВХ – 26,5 %; для ПЕТФ – 25,25 %; для сумішей ПЕ+ПП – 6,75 %. При цьому максимальний вміст оброблених ПАР полімерів у композиціях, які не погіршують їх фізико-механічні характеристики, склав: для ПВХ – 10,25 %; для ПЕТФ – 8,5 %; для ПЕ+ПП – 1,75 %.

Саме поєднання фізичного та хімічного з'єднання полімерів із компонентами композиції дозволило збільшити кількість введених полімерів у суміші для: ПЕТФ – на 39,5 %; ПВХ – на 40,3 %; сумішей ПЕ+ПП – на 28,6 %.

6.5.2 Дослідження й еколого-гігієнічна оцінка зміни стійкості у різних агресивних середовищах композицій, які наповнені механічно активованими полімерами, на поверхню яких нанесено ПАР, залежної від їх кількості

Зразки сумішей, аналогічних п. 6.5.1, виготовили та випробували за методиками, описаними в п. 2.2.

Дослідженнями встановлено, що втрата маси зразків у різних агресивних середовищах від початкової маси склала за 28 діб (додаток Д табл. Д1-Д3, і рис. 6.34 – 6.36) [545-549]:

а) для зразків без наповнювача – у 10 % розчині H_2CO_3 – 5,4 % , у 10 % розчині MgCl_2 , – 2,76 %; у 10 % розчині Na_2SO_4 – 7,53 %, у дистильованій воді – 0,32 %; у дощовій воді – 1,94 %;

б) для зразків без наповнювача з ПАР – у 10 % розчині H_2CO_3 – 4,23 % , у 10 % розчині MgCl_2 , – 2,67 %; у 10 % розчині Na_2SO_4 – 5,8 %, у дистильованій воді – 0,31 %; у дощовій воді – 1,37 %;

в) для зразків із ПЕТФ із ПАР з вмістом від 1 % до 25,25 % від маси наповнювача: у 10 % розчині H_2CO_3 – від 0,22 % до 1,97 %; у 10 % розчині MgCl_2 – від 3,74 % до 9,8 %; у 10 % розчині Na_2SO_4 – від 3,87 % до 6,2 %; у дистильованій воді – від 0,08 % до 0,137 %; у дощовій воді – від 0,23 % до 1,16 %.

Із рис. 6.34 видно, що під час заміни піску на перероблений ПЕТФ із нанесеним ПАР на поверхню в композиціях у кількості від 2 % до 10 % від загальної маси піску, відбувається різке зменшення втрати маси зразків за рахунок вимивання CaO в умовах вуглекислотної, розширювальної корозії, а також у дощовій і дистильованій водах. Надалі зі зростанням кількості полімерного наповнювача втрата маси зразків незначно зростає.

Однак зростання зменшення маси досліджуваних зразків є в рази меншим за зменшення маси контрольних зразків у аналогічних умовах. Зазначимо, що нанесення ПАР на поверхню полімерного наповнювача дало можливість зменшити втрату маси наповнених полімерами зразків в умовах магнезіальної корозії на 34,4 % у порівнянні зі зразками, наповненими полімерами, на поверхню яких не було нанесено ПАР. Але нанесенням ПАР не вдалося досягти результатів стійкості зразків в умовах магнезіальної корозії, що виготовлені без додавання ПЕТФ-наповнювача.

г) для зразків наповнених ПВХ-відходами обробленими ПАР з вмістом від 1 % до 26,5 % від маси наповнювача: у 10 % розчині H_2CO_3 – від 0,18 % до 1,76 %; у 10 % розчині MgCl_2 – від 2,24 % до 5,92 %; у 10 % розчині Na_2SO_4 – від 2,46 % до 6,78 %; у дистильованій воді – від 0,107 % до 0,163 %; у дощовій воді – від 0,207 % до 1,26 %.

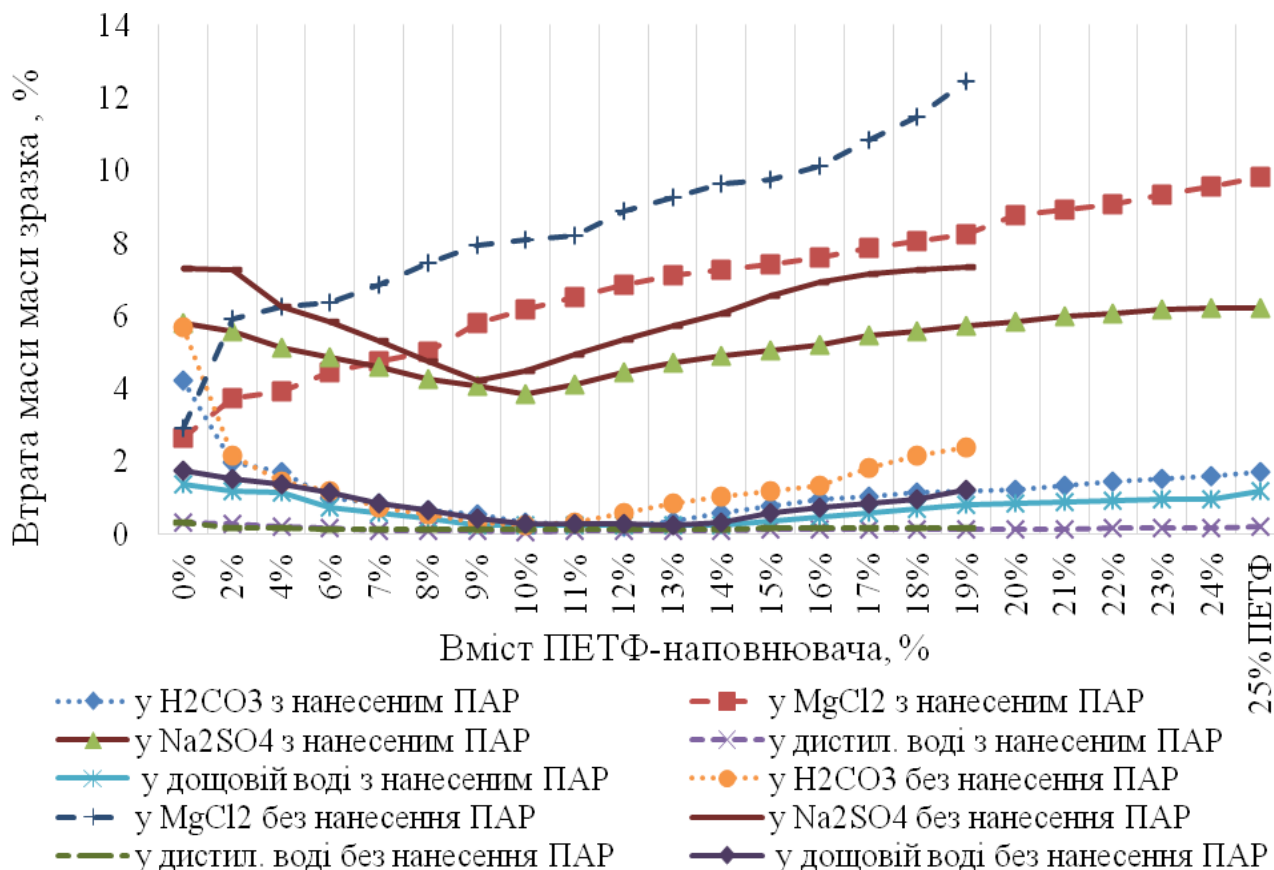


Рисунок 6.34 - Корозійна втрата маси зразків, наповнених ПЕТФ (з / без ПАР) за 28 днів залежно від кількості відходів та типу агресивного середовища

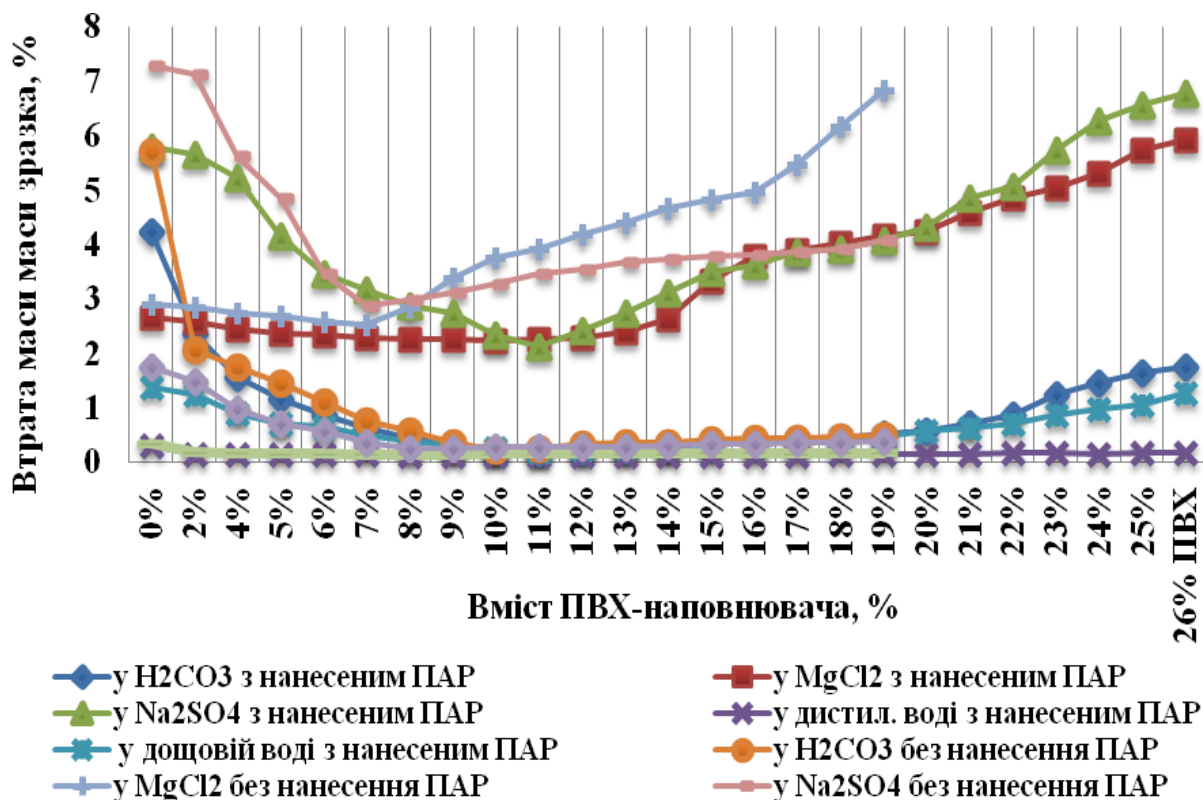


Рисунок 6.35 – Корозійна втрата маси зразків наповнених ПВХ (з / без ПАР) за 28 днів у залежності від кількості відходів та типу агресивного середовища

Із рис. 6.35 слідує, що додавання ПВХ-наповнювача, на поверхню якого нанесено ПАР у цементні композиції від 2 % до 11 %, сприяє підвищенню стійкості досліджуваних зразків у модельних корозійних середовищах, а також у дощовій і дистильованій водах. Однак додавання полімерного наповнювача більше 14 % призводить до пришвидшення втрати маси зразків у середовищі $MgCl_2$ порівняно зі зразками без ПВХ-наповнювача.

д) для зразків, наповнених сумішшю ПЕ+ПП-відходів з вмістом від 0,25 % до 6,75 % від маси наповнювача обробленого ПАР: у 10 % розчині H_2CO_3 – від 0,106 % до 2,57 %; у 10 % розчині $MgCl_2$ – від 2,08 % до 4,83 %; у 10 % розчині Na_2SO_4 – від 2,12 % до 6,48 %; у дистильованій воді – від 0,24 % до 0,117 %; у дощовій воді – від 0,16 % до 1,42 %;

Аналіз графічних залежностей, представлених на рис. 6.36 ,показав, що додавання суміші ПЕ+ПП-наповнювача, на поверхню якого нанесено ПАР у цементні композиції в кількості до 2,5 %, від загальної маси наповнювача, сприяє збільшенню стійкості зразків у всіх модельних агресивних середовищах. Нанесення на поверхню полімерів даного типу ПАР підвищило стійкість зразків у різних типах агресивних середовищ від 9 % до 23,7 % у порівнянні зі зразками із полімерами без ПАР.

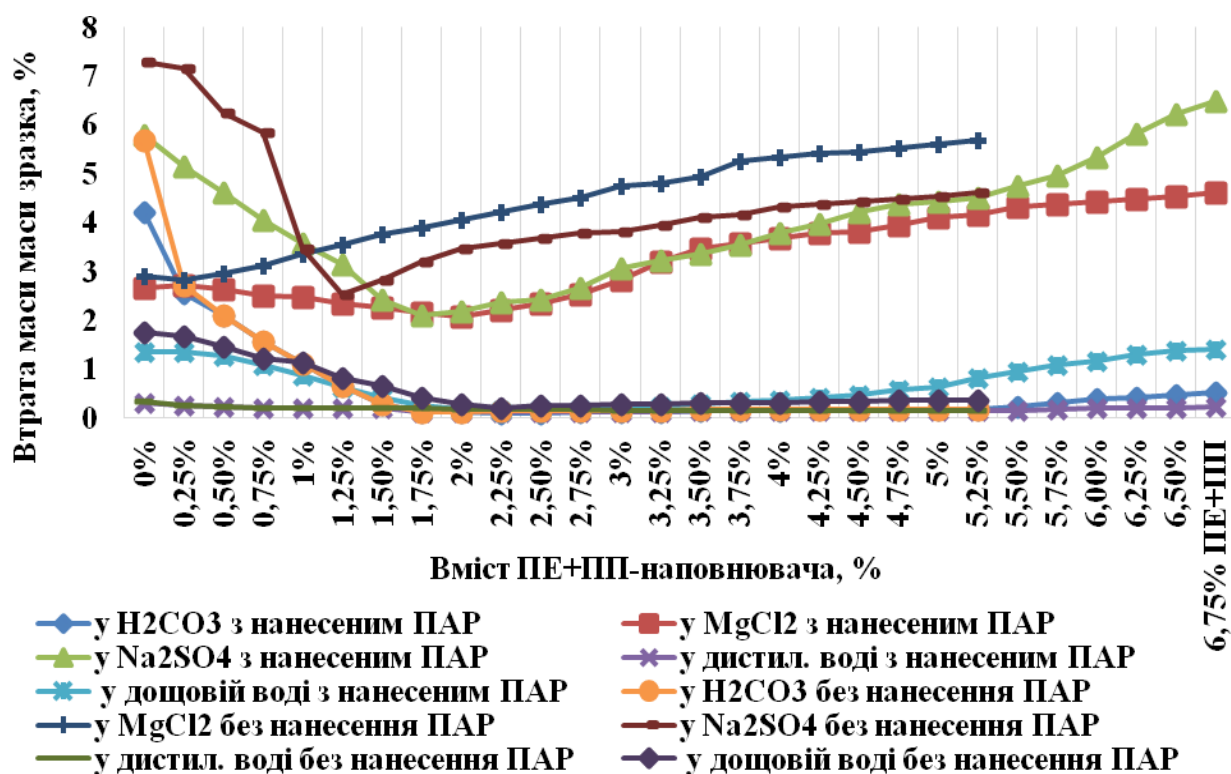


Рисунок 6.36 – Корозійна втрата маси зразків, наповнених сумішшю ПЕ+ПП (з / без ПАР) за 28 діб у залежності від кількості полімерів та типу агресивного середовища

Аналіз результатів (рис.6.34.-6.36) показав, що для всіх без винятку зразків із ПАР значно покращились стійкість до всіх видів модельних агресивних середовищ у порівнянні з отриманими експериментальними даними п. 6.2.

Найкращими показниками стійкості у агресивних середовищах володіли композиції, наповнені полімерами, на поверхню яких було нанесено ПАР – лауретсульфат натрію, що не включено до переліку заборонених до використання речовин у Директиві Європи 76/768/ЕЕС [550].

Результати досліджень кількості ПАР, що вимилась модельним розчином із досліджуваних зразків представлено на рис. 6.37.

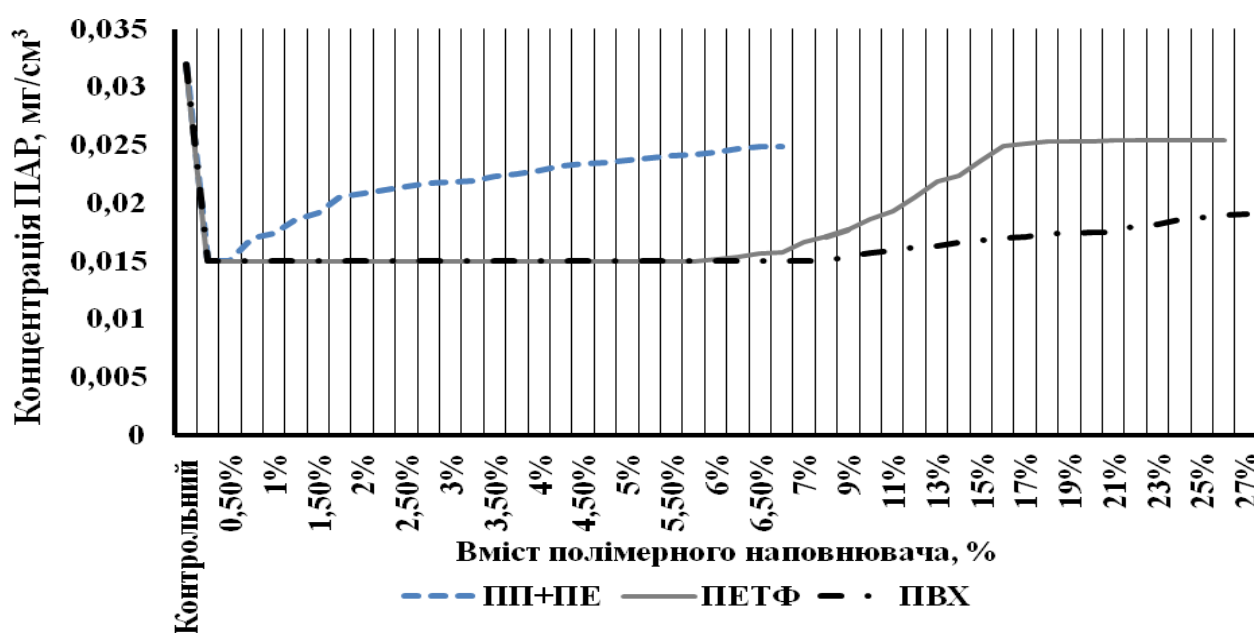


Рисунок 6.37 – Залежність концентрації ПАР, яка перейшла у пробу дистильованої води, від вмісту полімерних наповнювачів у зразках із нанесеним ПАР на поверхню та без полімерного наповнювача з ПАР

Як видно з рис. 6.37, в жодному дослідженому зразку не виявлено концентрації ПАР вище ГДК, яке для питного водопостачання становить $\leq 0,5$ мг/дм³ [547]. Порівняння з санітарно-гігієнічними нормами для води, що призначена для питного водозабезпечення, обумовлене перспективою використання розроблених композицій для спорудження резервуарів питної води та конструкцій, які експлуатуватимуться у поверхневих водотоках, вода з яких може бути джерелом питного водопостачання населення. Максимальна концентрація ПАР, що перейшла у водний розчин, була виявлена в зразку з вмістом ПЕТФ

26,25 % у кількості 0,0264 мг/см³. Такі результати було отримано нанесенням ПАР на поверхню полімера практично у вигляді нанощару, що стало можливим завдяки створеному пристрою та розробленою авторами технології нанесення шару ПАР.

Комплексом фізико-хімічних та електронно-мікроскопічних методів досліджень встановлено, що наповнення композицій полімерами, на поверхню яких нанесено ПАР, призводить до особливого структуроутворення цементного каменю. Експериментально встановлено, що для досліджуваних зразків композицій характерним є утворення більш щільної структури, зі значною кількістю низькоосновних гідросилікатів кальцію та твердих розчинів гідроалюмосилікатного складу, ріст кристалів якої переважно зароджується на поверхні полімеру обробленого ПАР, в протилежність композиціям без полімерних відходів та з полімерними відходами, необробленими ПАР.

Для зразків композицій без додавання ПАР характерним є більш швидке вимивання в агресивних середовищах розчинних сполук із цементної матриці. Ці особливості структуроутворення пояснюють високу корозійну стійкість композицій наповнених полімерами поверхня яких вкрита ПАР.

Дослідженнями встановлено підвищену стійкості до хімічної корозії у різних агресивних середовищах для всіх зразків створених композицій:

а) для ненаповнених композицій з ПАР стійкість:

- у розчині H₂CO₃ зросла на 27,7 %;
- у розчині MgCl₂ зросла на 3,3 %;
- у розчині Na₂SO₄ зросла на 30%;
- у дистильованій воді зросла на 3%;
- у дощовій воді зросла на 41,6 %;

б) для композицій, наповнених ПЕТФ, вкритих ПАР стійкість:

- у розчині H₂CO₃ зросла на 20 % у порівнянні без ПАР, а у порівнянні з контрольними зразками – 46,6 %;
- у розчині MgCl₂ зросла на 36 % у порівнянні без ПАР, а у порівнянні з контрольними зразками – 36,7 %;
- у розчині Na₂SO₄ зросла на 15 % у порівнянні без ПАР, а у порівнянні з контрольними зразками від 50 % до - 6 %;
- у дистильованій воді зросла на 0,34 % у порівнянні без ПАР, а у порівнянні з контрольними зразками – 44,2 %;

- у дощовій воді зросла на 29 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – 18 %;

в) для композицій, наповнених сумішшю ПЕ+ПП, вкритих ПАР стійкість:

- у розчині H_2CO_3 зросла на 6,7 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – 65 %;

- у розчині MgCl_2 зросла на 18 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – від 26 % до – 39,8 %;

- у розчині Na_2SO_4 зросла на 13 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – від 36,5 % до – 10,5 %;

- у дистильованій воді зросла на 16 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – 29 %;

- у дощовій воді зросла на 19 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – від 88,3 % до – 3,5 %;

г) для композицій наповнених ПВХ вкритих ПАР стійкість:

- у розчині H_2CO_3 зросла на 18 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – 58,4 %;

- у розчині MgCl_2 зросла на 14,7 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – від 16 % до -55%;

- у розчині Na_2SO_4 зросла на 8,3 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – від 42,4 % до -14,45 %;

- у дистильованій воді зросла на 18 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – 52,6 %;

- у дощовій воді зросла на 18,4 % у порівнянні без ПАВ, а у порівнянні з контрольними зразками – 8%.

Гігієнічними дослідженнями зразків цементно-піщаних сумішей, наповнених різними видами полімерів, на поверхню яких нанесено ПАР, встановлено:

1. Неорганічний аморфний осад $\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Al}_2(\text{OH})_3$, що є продуктом корозійного руйнування зразків цементно-піщаних композицій, наповнених полімерами, малотоксичний, складений мало- та нерозчинними простими неорганічними сполуками, котрі практично не впливають на компоненти довкілля та людину.

2. Найбільш стійкими у модельних агресивних середовищах є композиції з вмістом ПЕТФ у кількості 10 % від загальної маси наповнювача. Нанесення ПАР на

поверхню полімеа зменшило втрату маси зразків в агресивних середовищах до 34,4 % у порівнянні зі зразками, наповненими полімерами, на поверхню яких не нанесено ПАР. Однак нанесення ПАР не збільшило стійкості зразків в умовах магnezіальної корозії в порівнянні із зразками без полімерного наповнювача.

3. Для зразків композицій із ПВХ найкращі результати стійкості в модельних середовищах досягнуто за вмісту наповнювача в зразках у кількості 11 %. У порівнянні зі зразками з ПВХ на поверхню якого не нанесено ПАР, додаванням ПАР зменшено втрату маси зразків в агресивних середовищах.

4. Зразки композицій наповнені сумішшю ПЕ+ПП в кількості до 2,5 % від загальної маси наповнювача, на поверхню якого нанесено ПАР, показали збільшення корозійної стійкості зразків у всіх модельних агресивних середовищах від 9 % до 23,7 % у порівнянні зі зразками, поверхню яких не було вкрито ПАР.

5. У жодній пробі, котра була відібрана для дослідження кількісної міграції ПАР із досліджуваних зразків, не виявлено перевищення концентрації ПАР вище встановленої ГДК для води питного постачання.

6. Створені композиції наповнені механічно переробленими та активованими полімерами, поверхня яких вкрита ПАР, можна рекомендувати для експлуатації в різних агресивних середовищах: облаштування каналізаційних мереж для відводу стічних вод, улаштування відстійників стоків; створення екранів, які перешкоджають розповсюдженню хімічно агресивних, високотоксичних речовин та їх відходів; спорудження резервуарів для зберігання нафтопродуктів; основи під полігони побутових і токсичних відходів; зведення дамб водосховищ; дорожніх покриттів, які експлуатуються під дією агресивних речовин тощо.

6.5.3 Дослідження зміни теплопровідності композицій наповнених механічно активованими полімерами вкритими ПАР, залежно від їх кількості

Дослідження та зміни теплоізоляційних властивостей зразків проведені згідно методики, описаної в п. 2.2, показали, що теплопровідність зразків змінюється в межах:

а) для ПЕТФ від $0,77537 \text{ Вт / м} \times \text{град}$ (для 2 % ПЕТФ) до $0,31513 \text{ Вт/м} \times \text{град}$ (для 25,25 % ПЕТФ);

б) для сумішей ПЕ+ПП – від $0,66147 \text{ Вт / м} \times \text{град}$ (для 1 % ПЕ+ПП) до $0,27836 \text{ Вт/м} \times \text{град}$ (для 6,75 % ПЕ+ПП);

в) для ПВХ – від $0,78692 \text{ Вт / м} \times \text{град}$ (для 2 % ПВХ) до $0,4332 \text{ Вт/м} \times \text{град}$ (для 26,5 % ПВХ);

г) для зразків без наповнювача – $0,84376 \text{ Вт / м} \times \text{град}$.

Графічне зображення зміни теплопровідності досліджених зразків наведено на рисунках 6.38 – 6.40.

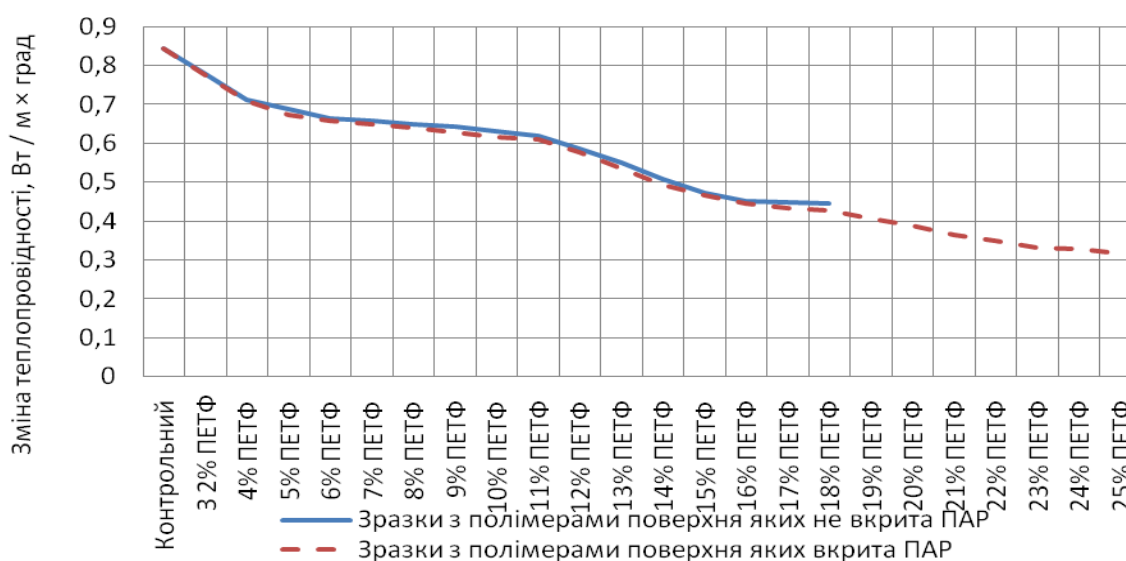


Рисунок 6.38 – Зміна теплопровідності зразків наповнених ПЕТФ (з / та без ПАР) у залежності від кількості полімерів у композиції

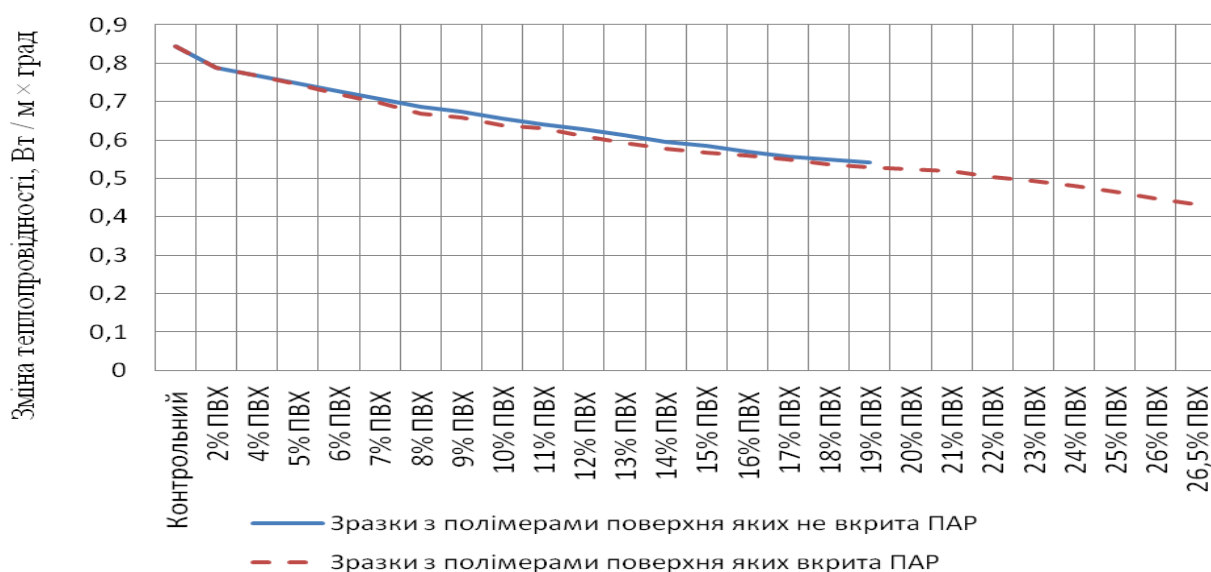


Рисунок 6.39 – Зміна теплопровідності зразків наповнених ПВХ (з / та без ПАР) у залежності від кількості полімерів у композиції



Рисунок 6.40 – Зміна теплопровідності зразків наповнених сумішшю ПЕ+ПП (з / та без ПАР) у залежності від кількості полімерів у композиції

Із аналізу кривих, представлених на рисунках 6.38 – 6.40, встановлено, що теплопровідність зменшується більш інтенсивно для композицій, наповнених сумішшю ПЕ+ПП і прямо пропорційна кількості наповнювача, що входить до їх складу. Тому за концентрації наповнювача від 3,5 % до 6,75 % суміші відходів даного типу ми отримали будівельний матеріал, який створить конкуренцію на ринку теплоізоляційних будівельних матеріалів піно- та газобетону і пустотілій цеглі.

Отже, вироби виготовлені на основі композицій, наповнених переробленими полімерами, поверхня яких вкрита ПАР у кількості:

- для композицій із сумішшю ПЕ+ПП від 5,5 % до 6,75 %;
- для композицій із ПЕТФ від 15 % до 25,25 %;
- для композицій із ПВХ від 25 % до 26,5 % можна рекомендувати в якості теплоізоляційних матеріалів, теплоізоляція яких є кращою в порівнянні з пінобетонном із теплопровідністю 0,35 Вт/м·град та цеглою пустотілою з теплопровідністю 0,43 Вт/м·град.

6.5.4 Дослідження зміни звукоізоляційних властивостей композицій наповнених переробленими полімерами вкритими ПАР, залежно від їх кількості

Дослідили зразки, наповнені переробленими полімерами, виготовленими за методикою п. 2.2, із міцнісними характеристиками, що дозволяють їх використовувати для улаштування перегородок, які розмежують приміщення, що не виконують роль несучих конструкцій. Коефіцієнт звукопоглинання зразків вимірювали за методикою, описаною у п. 2.2.

Одержані дані оформили у вигляді графіків залежності коефіцієнта звукопоглинання α_0 зразків від частоти, виду полімерного наповнювача та наявності чи відсутності на його поверхні ПАР (рис. 6.41).

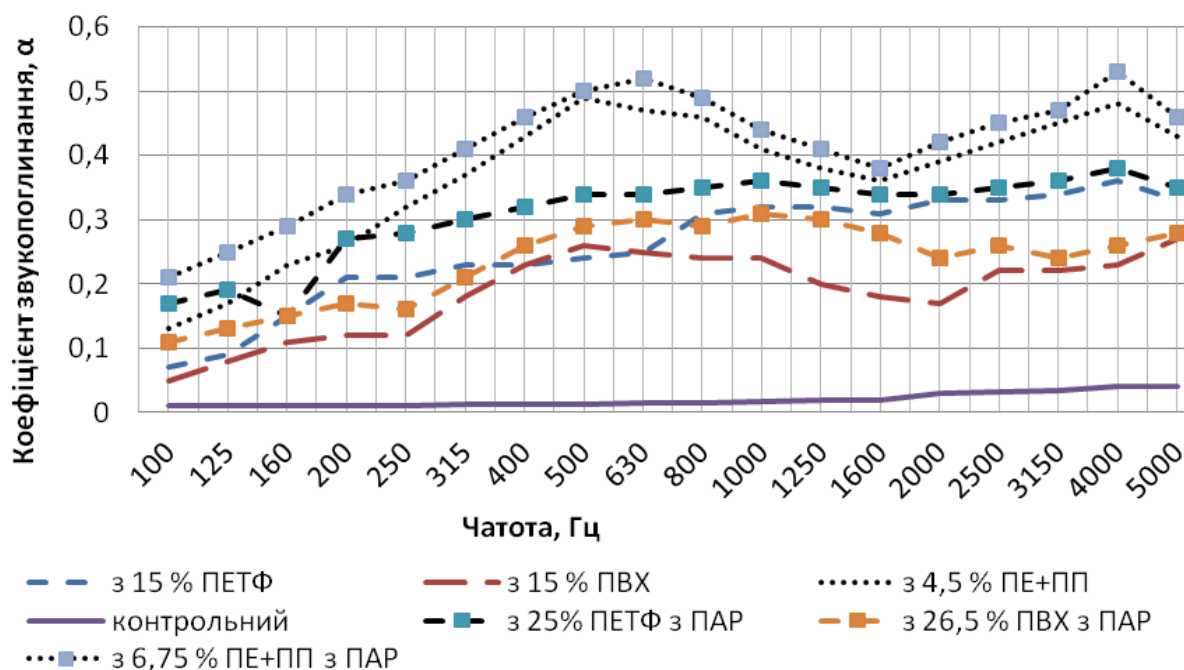


Рисунок 6.41 - Зміна коефіцієнта звукопоглинання композицій наповнених полімерами, на поверхню яких нанесено ПАР залежно від частоти

Із аналізу результатів (рис. 6.41), слідує, що найкращими звукоізоляційними властивостями володіють досліджені зразки наповнені сумішшю ПЕ + ПП, на поверхню яких нанесено ПАР. Отримані композиції володіють кращими звукоізоляційними характеристиками, ніж відомі і широко застосовувані в будівництві матеріали, порівняння з якими представлено в таблиці 6.3.

Так, коефіцієнти звукопоглинання зразків на частоті 1000 Гц становили: для ПЕТФ - 0,364 (у порівнянні з контрольними зразками звукоізоляційні властивості покращились у 18,2 рази); для ПВХ – 0,318 (у порівнянні з контрольними кращі в 16 разів); для суміші ПЕ + ПП – 0,436 (у порівнянні з контрольними кращі у 21,8 рази).

Таблиця 6.3

Коефіцієнти звукопоглинання матеріалів за частоти в 1000 Гц

Будівельний матеріал чи конструкція	Коефіцієнт звукопоглинання за частоти в 1000 Гц	Будівельний матеріал чи конструкція	Коефіцієнт звукопоглинання за частоти в 1000 Гц
відчинене вікно	1,0	цементна суміш з ПЕТФ	0,32
газо-і пінобетон	0,2	цементна суміш з ПВХ	0,24
бетон	0,02	цементна суміш з ПЕ+ПП	0,41
дерево	0,1	цементна суміш з ПЕТФ +ПАР	0,36
цегла суцільна	0,05	цементна суміш з ПВХ+ПАР	0,31
цегла пустотіла	0,14	цементна суміш з ПЕ+ПП+ПАР	0,44

Порівнянням результатів досліджень з іншими будівельними матеріалами (табл. 6.3) встановлено:

- композиції, наповнені сумішшю ПЕ + ПП, поверхня яких вкрита ПАР, в кількості 6,75 % від маси наповнювача в 2,7 рази ефективніші за піно- та газобетон, у 4,3 рази за дерево та до 8,72 разів ефективніші за цеглу;

- композиції, наповнені ПЕТФ, поверхня яких вкрита ПАР, в кількості 25,25 % від маси основного наповнювача в 1,9 рази ефективніші за піно- та газобетон, у 3,6 разів – за дерево та до 7,2 разів ефективніші за цеглу;

- композиції, наповнені ПВХ, поверхня яких вкрита ПАР, в кількості 26,5 % від маси основного наповнювача в 1,57 рази ефективніші за піно- та газобетон, у 3,2 рази – за дерево та до 6,24 рази ефективніші за цеглу.

На підставі отриманих результатів можна рекомендувати отримані композиції, наповнені переробленими полімерами вкритими ПАР, у якості високоефективних звукоізоляційних матеріалів.

6.6 Обґрунтування оптимального складу композицій наповнених переробленими полімерами залежно від їх призначення

Експериментально встановлено, що з позицій гігієнічності, співвідношення кількості доданих перероблених полімерів у композиції, виду полімеру та функціонального призначення композицій оптимальними є:

- за міцністю: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок + перероблені полімери, із ПВХ – 10,25 %; із ПЕТФ – 8,5 %; із сумішшю ПЕ+ПП – 1,75 %;

- за найбільшою кількістю доданих полімерних відходів, за яких вироби володіють задовільними експлуатаційними характеристиками, що дозволяють використовувати їх у будівництві: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок + перероблені полімери), із ПВХ – 26,5 %; із ПЕТФ – 25,25 %; із сумішшю ПЕ+ПП – 6,75 %. Наведені композиції не поступаються за міцністю піно- та газобетонам;

- за стійкістю в агресивних хімічних середовищах і мінімальними фільтраційними властивостями: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери), із ПВХ – 8,75 %; із ПЕТФ – 7,25 %; із сумішшю ПЕ+ПП – 1,25 %;

- за теплоізоляційними властивостями: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери), із ПВХ – 26,5 %; із ПЕТФ – 25,25 %; із сумішшю ПЕ+ПП – 6,75 %. Такі суміші володіють кращими теплоізоляційними властивостями ніж газо-, пінобетон і цегла;

- за звукоізоляційними властивостями: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери) із ПВХ – 26,5 %; із ПЕТФ – 25,25 %; із сумішшю ПЕ+ПП – 6,75 %. Такі матеріали в 2,7 раза ефективніші за піно- та газобетон, у 4,3 рази за дерево та до 8,72 разів за цеглу.

Висновки до розділу 6

1. Еколого-гігієнічна оцінка додавання механічно перероблених та активованих полімерів у цементно-піщані композиції показала:

- максимальна кількість введення механічно активованих полімерів від загальної маси наповнювача досягає: для ПВХ – 19 %; для ПЕТФ – 18 %; для суміші ПЕ+ПП – 5,25 %. При цьому максимальний вміст активованих полімерів у цементних композиціях, які не погіршують їх фізико-механічних властивості склав: для ПВХ – 7 %; для ПЕТФ – 5 %; для ПЕ+ПП – 0,5 %.

- покращення для усіх зразків міцнісних (від 1,57 % до 38,4 %), корозійних (від 1,4 % до 97,9 %), теплоізоляційних (від 45,8 % до 47,3 %) та звукоізоляційних властивостей (від 93 % до 95,8 %), які виготовлені з отриманих композицій із різними видами полімерів, порівняно з контрольними – ненаповненими полімерами зразками та зразками із композицій, наповнених подрібненими полімерами без механічної активації;

- зменшення усадки композицій до 23 % та відсутність утворення тріщин;
- зменшення ваги зразків на 17,3 % без втрати їх міцності;
- швидше набирання міцності зразків у перші 3 доби за рахунок більш рівномірного розподілу цементу, що утримуються на поверхні полімерів;

- встановлено, що продуктом корозійної деструкції зразків із композицій, наповнених переробленими полімерами в різних агресивних середовищах, є суміш неорганічного аморфного осаду, основну масу якого складає: $\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ від 97,4 % до 98,2 % від загальної кількості осаду, інше – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}_2(\text{OH})_3$. Продукти деструкції є нетоксичними, нерозчинними або малорозчинними простими неорганічними сполуками, що не чинять негативного впливу на довкілля та людину.

Експериментальні дослідження і оцінка впливу обробки ПАР поверхні наповнювачів із перероблених полімерів на властивості композицій показали:

- максимальна кількість доданих механічно активованих полімерів оброблених ПАР, від загальної маси наповнювача сягає: для ПВХ – 26,5 %; для ПЕТФ – 25,25 %; для сумішей ПЕ+ПП – 6,75 %. При цьому максимальний вміст оброблених ПАР полімерів у композиціях, які не погіршують їх міцність, склав: для ПВХ – 10,25 %; для ПЕТФ – 8,5 %; для ПЕ+ПП – 1,75 %. Поєднання фізичного та хімічного з'єднання полімерів із компонентами композиції дозволило збільшити кількість введених полімерів у суміші для ПЕТФ – на 39,5 %; для ПВХ – на 40,3 %; для сумішей ПЕ+ПП – на 28,6 %, у порівнянні з необробленими ПАР;

- покращення для усіх зразків міцнісних (від 4,3 % до 31,6 %), корозійних (від 3,3 % до 367 %), теплоізоляційних (від 48,9 % до 67,1 %) та звукоізоляційних властивостей (від 99,37 % до 99,54 %) у порівнянні із контрольними – ненаповненими полімерами зразками;

- зменшення усадки композицій до 48 % ;
 - зменшення ваги готових виробів на 23,6 % без погіршення їх міцності;
 - швидше набирання міцності зразками з ПЕТФ в перші 3 доби на 21 % (у порівнянні з механічно переробленими та активованими без ПАР). Отримані результати пояснюють дані проведеного мікроскопічного аналізу досліджуваних зразків, якими виявлено рівномірний розподіл зерен цементу та піску в усьому об'ємі зразків, завдяки великій питомій шорохуватій поверхні полімерів, а також зародження центрів кристалізації та ріст кристалів цементно-піщаної матриці з поверхні полімерів вкритої ПАР. Таким чином, виникає міцне хімічне з'єднання між складовими цементно-піщаної композиції та полімерами, у якому молекули ПАР, які володіють водночас і гідрофобними і гідрофільними властивостями, відіграють роль «клею», що з'єднує неорганічні складові композиції – цемент та пісок -із органічною складовою : полімерним наповнювачем. Саме поєднання фізичного та хімічного з'єднання перероблених полімерів із компонентами цементно-піщаної композиції дозволило до 40 %, порівняно із композиціями з переробленими полімерами без ПАР, збільшити кількість доданих перероблених полімерів у цементно-піщаних композиціях;

- у жодному дослідженому зразку, що перебував у різних агресивних водних середовищах, не виявлено перевищення концентрації ПАР, яка нанесена на поверхню полімера, вище встановлених ГДК для води питного постачання.

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях:
[42,47,195,541-545,548,549].

РОЗДІЛ 7.

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ АДСОРБЕНТІВ, ОТРИМАНИХ ІЗ ПЕРЕРОБЛЕНИХ ПОЛІМЕРІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ (ЗБИРАННЯ) НАФТОПРОДУКТІВ З ПОВЕРХНІ ВОДИ ТА МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД (ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ)

Актуальність досліджень, спрямованих на попередження та мінімізацію наслідків нафтових розливів, зумовлена, з одного боку, високим ступенем їх екологічної небезпеки, а з іншого – постійно зростаючими обсягами споживання нафти, адже згубний вплив нафти на довкілля не вимагає доказів. Крім цього, специфікою української нафтотранспортної мережі є її фізичний знос, який за оцінками різних фахівців складає від 78 до 92 % [551]. Такі оцінки дають підставу вважати усю нафтотранспортну систему країни потенційно високо-небезпечним екологічним об'єктом.

Відомо, що нафта, потрапляючи в екосистеми, привносить із собою різноманітний набір хімічних сполук, що порушують сформований геохімічний баланс та незворотно змінюють окремі ланки природних біоценозів. Самоочищення і самовідновлення екосистем, забруднених нафтою та нафтопродуктами, – це складний та тривалий біогеохімічний процес. Саме тому заходи і засоби ліквідації наслідків аварій та запобігання потраплянню і розповсюдженню нафтового забруднення в довкіллі займають важливе місце в дослідженнях фахівців усього світу [551].

Очищення поверхні водойм від забруднень включає видалення плівки нафти механічними і / або фізико-хімічними способами. Найбільш перспективний і екологічно безпечний спосіб видалення за допомогою нафтових сорбентів [552]. Причому видалення розчинених у воді нафтопродуктів із концентрацією від 0,5 до 1 мг/дм³ можливе лише сорбційною доочисткою [553].

Сорбенти нафти включають широке розмаїття органічних, неорганічних і синтетичних продуктів, які призначені для видалення нафти з мінімальним водопоглиненням під час цього. Їх склад і характеристики залежать від

застосовуваного сорбційного матеріалу і передбачуваного використання під час операцій з ліквідації розливів [553-564].

Виділяють три основні показники, котрі визначають якість нафтового сорбенту: нафтопоглинання, водопоглинання, плавучість. Ефективність сорбентів для збору нафти оцінюють, в першу чергу, за значенням нафтопоглинання. Високе водопоглинання можна усунути додатковою гідрофобізацією. Матеріали з низькою плавучістю можна використовувати в бонах, матах, серветках та ін. [552-554].

Синтетичні сорбенти зазвичай є найефективнішими для збору нафти. У деяких випадках їх сорбційна здатність досягає співвідношення по вазі захопленої нафти і сорбенту 40 : 1 в порівнянні зі співвідношенням 10 : 1 для органічних продуктів і ще нижчим співвідношенням 2 : 1 для неорганічних [555-557].

Особливий інтерес представляють волокнисті композиційні сорбенти, в яких у якості наповнювачів використовують різноманітні полімерні відходи. Доступність і дешевизна сировини дозволяють значно знизити собівартість сорбентів і розширити масштаби застосування полімерних відходів для вирішення екологічних завдань. Відомо, що в таких композитах можливе повне заміщення синтетичного волокнистого сорбенту на полімерні відходи з одночасним забезпеченням високих показників нафтопоглинання і регенерації нафтопродуктів, таблиця 7.1 [552-555].

Незважаючи на значну кількість нафтових сорбентів на основі різноманітних матеріалів, які пропонують світовий та вітчизняний ринок, частка сорбентів на основі відходів складає менше 12 %. Практично всі вони мають природне органічне походження та характеризуються низьким ступенем нафтопоглинання та нафтовилучення з одночасно високим показником водопоглинання. Крім цього, більшість природних сорбентів не здатні до регенерації, що значно обмежує доцільність їх застосування. Тому для ефективного нафтовилучення необхідні великі об'єми таких сорбентів, які після їх застосування перетворюються на величезну кількість високотоксичних відходів, що потребують спеціального зберігання, захоронення чи переробки [552].

Відомі лише поодинокі спроби залучення полімерних органічних відходів для одержання сорбентів [555,556,564]. Даний напрямок не знайшов належного розвитку у зв'язку із незначною кількістю «чистих» полімерних відходів, яка

досліджувалась у якості сировини, неналагоджену систему їх збирання, розділення та постачання, що зробило його інвестиційно непривабливим, а отже, нездатним до розвитку. Абсолютно іншию, економічно перспективною та екологічно безпечною, є розробка напрямку залучення багатотоннажних побутових полімерних відходів, наприклад ПЕТФ – пляшок, у якості вихідної сировини для виготовлення нафтових сорбентів. Сировинна база є високотонажною з чіткою тенденцією до щорічного зростання у межах від 4 % до 5 %, із розгалуженою системою збирання відходів, зберігання та постачання відходів. За даними Держстат України станом на кінець 2019 року в Україні переробляється менше 58 % відходів ПЕТФ – пляшок, а вартість відсортованих за кольором відходів ПЕТФ – пляшки не перевищує 4000 грн/т. [108]

Таблиця 7.1

Нафтопоглинання композиційних матеріалів на основі різних відходів та спеціально створених сорбентів (на основі аналізу літератури та інформації поданої на веб-сайтах виробників і постачальників сорбентів [560-572])

Сорбент	Нафтопоглинання (масова адсорбційна нафтоємність), г/г
Сілісорб (на основі природних матеріалів)	0,2 – 0,22
Торф	2,5
Подрібнені шини	3,6
Шкаралупа кокосового горіха	4,6-9,5
Відходи лузги вівса	5,1
Скловолокно	5,4
Відходи ватного виробництва	8,3
Фіброл (полімерна мікрофібра)	14,4
Унісорб – Екстра (суміш бентонітової глини, перліту, тирси та торфу)	12,6
Ековата з пластикових пляшок (ПЕТФ)	12,9
Волокно з упаковок ПЕ і ПП, у співвідношенні 1:1	15,0
Ековата з одноразових шприців	15,6
Деревина соснових ошурків	16,1
Нафтосорб (на основі природних матеріалів)	19
Модифіковане базальтове волокно	37
Мегасорб (полімерний нетканний матеріал)	35-40
Синтепон	46,3

На сьогодні найбільш екологічно безпечною та найменш економічно витратною є переробка полімерних відходів механічним шляхом. Тому дослідження, спрямовані на отримання нафтових сорбентів із полімерних відходів, є актуальним, перспективними, економічно і екологічно доцільними.

Проведені дослідження ставили за мету дослідити вплив механічних способів переробки вторинних полімерів на зміну їх сорбційних властивостей та можливість застосування перероблених полімерів для одержання нафтових сорбентів. Для цього визначили зміну нафтопоглинання перероблених полімерів у залежності від зміни сорбції їх поверхні під дією фізичного впливу [422].

Дослідження сорбційних властивостей перероблених полімерів проводили за методикою у відповідності до міжнародного стандарту ASTM F: 726-12 [278] та МВВ № 081/12-0645-09 детально описаними в п.п. 2.2.5.1.

7.1 Дослідження сорбційних властивостей перероблених ПЕТФ для вилучення нафтопродуктів із поверхні води

Експериментально встановлено, що за $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ величина нафтопоглинання змінюється в межах від 17,2 до 32,4 г/г у залежності від величини фрагментів полімера та ступеню його механоактивації (рис. 7.1). Основна маса нафтопродуктів сорбувалась у перші 3-5 хв. Надалі контакт зразків суттєво не збільшив їх нафтопоглинання (менше $4,78 \pm 1,53\%$). Найкращу сорбцію продемонстрували ПЕТФ розміром $1,5 \times 40$ (60) мм та 2×40 (60) мм, що відповідало максимальним значенням питомої поверхні в поєднанні зі спіралеподібною деформацією полімерних пластинок навколо своєї осі.

Встановлено, що перероблені ПЕТФ володіють хорошим нафтопоглинанням, і за знижених температур (рис. 7.2), також спостерігалось зростання сорбції нафти для усіх зразків із ПЕТФ, незалежно від величини частинок після першого «віджиму» та повторного використання. Проведеними дослідженнями з регенерації сорбентів із ПЕТФ встановлено:

- до 38 циклів сорбенти під час віджиму «віддають» не менше 90 % поглинутих нафтопродуктів (при цьому їх ступінь нафтовилучення змінюється від + 63,4 % до - 14,8 % від початкових значень). Дане явище пояснюється покращенням олеофільних властивостей полімерних наповнювачів після змочування їх поверхні вуглеводнями, котрі покращують зчеплення полімеру з нафтопродуктами;

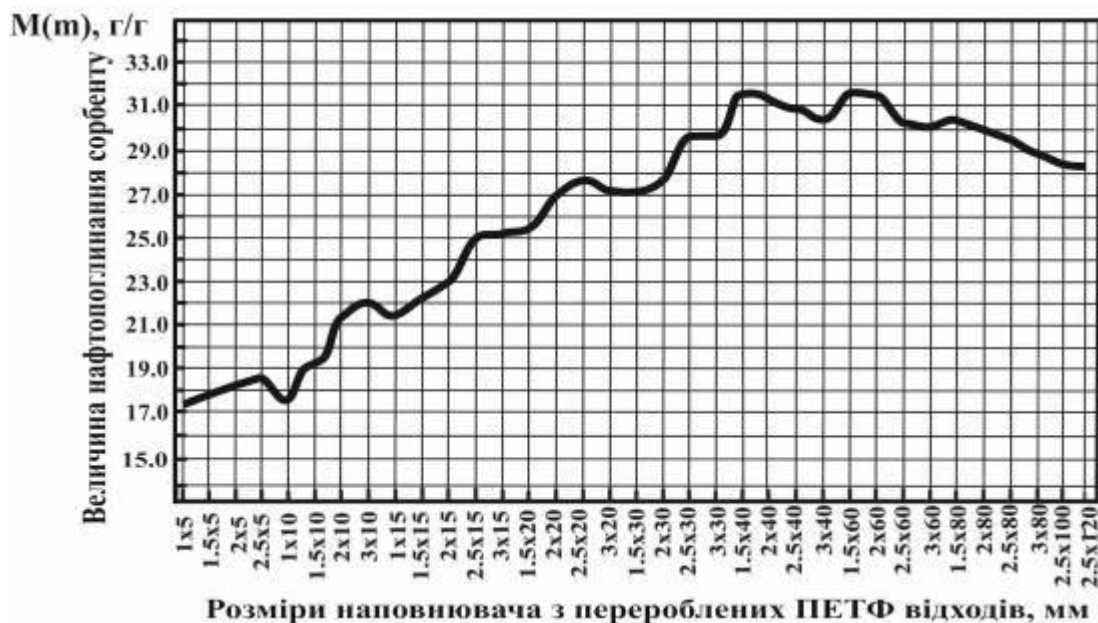


Рисунок 7.1 - Зміна величини нафтовилучення із поверхні води сорбентами із перероблених ПЕТФ із частинками змінного розміру

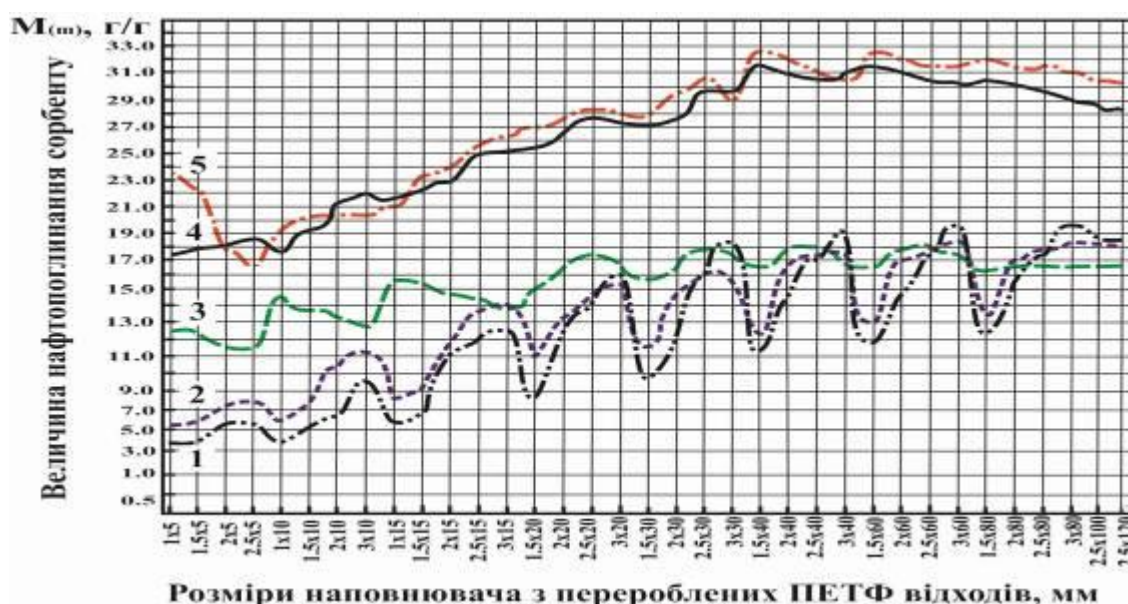
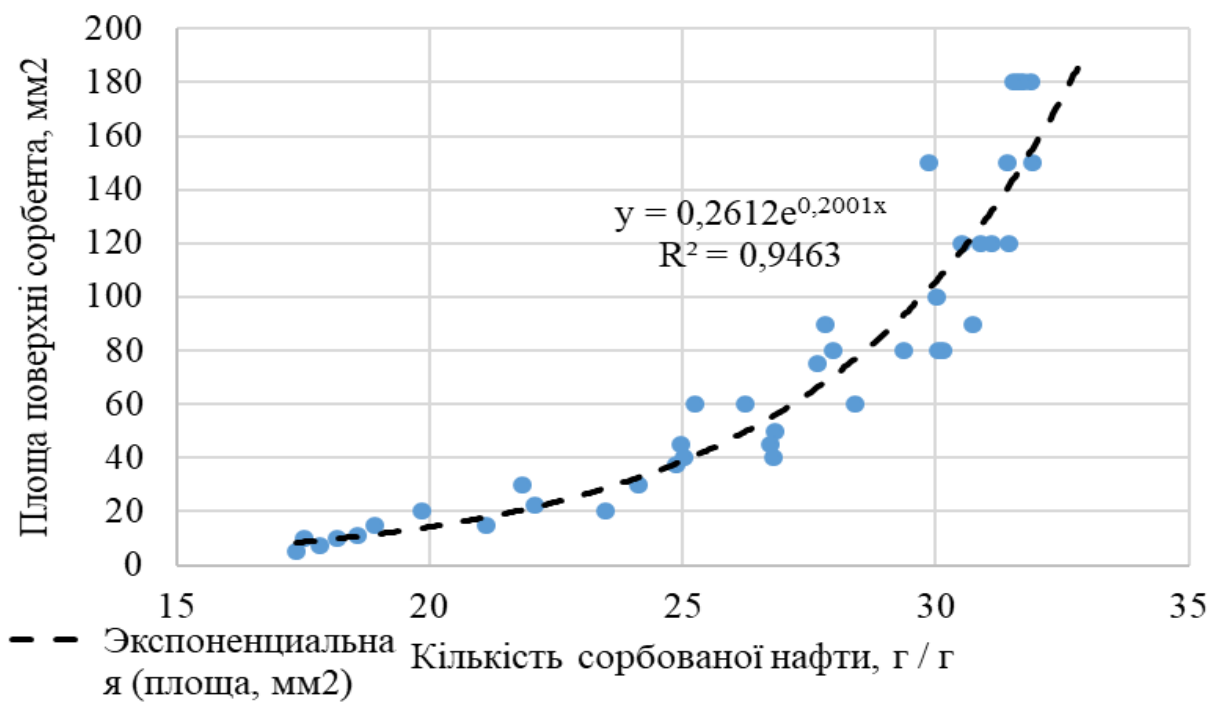


Рисунок 7.2 – Зміна нафтовилучення із поверхні води сорбентами з перероблених ПЕТФ із частинками змінного розміру за різних температур: 1 – 0 °С; 2 - 5 °С; 3 - 15 °С; 4 – 21 °С; 5 - 25 °С.

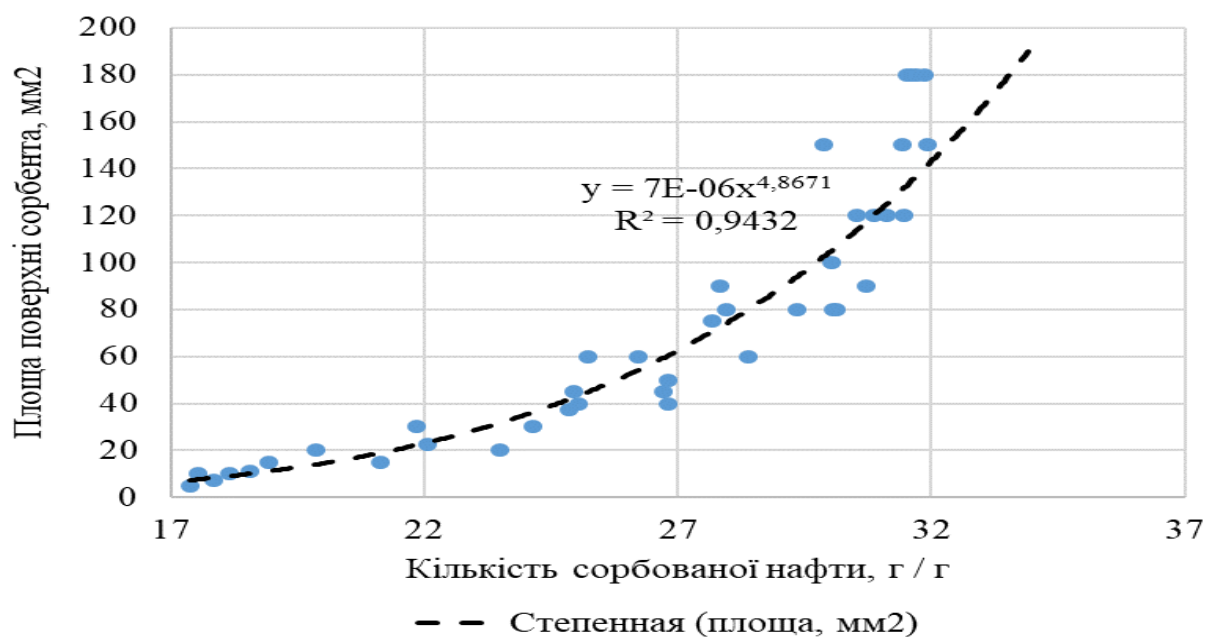
- від 39 циклів до 53 циклів сорбенти під час віджиму «віддають» не менше 80 % поглинутих нафтопродуктів (при цьому їх ступінь нафтовилучення змінюється від – 15,7 % до – 24,6 % від початкових значень).

- від 54 циклів до 74 циклів сорбенти під час віджиму «віддають» не менше 70 % поглинутих нафтопродуктів (при цьому їх ступінь нафтовилучення змінюється від - 25,1 % до – 29,85 % від початкових значень).

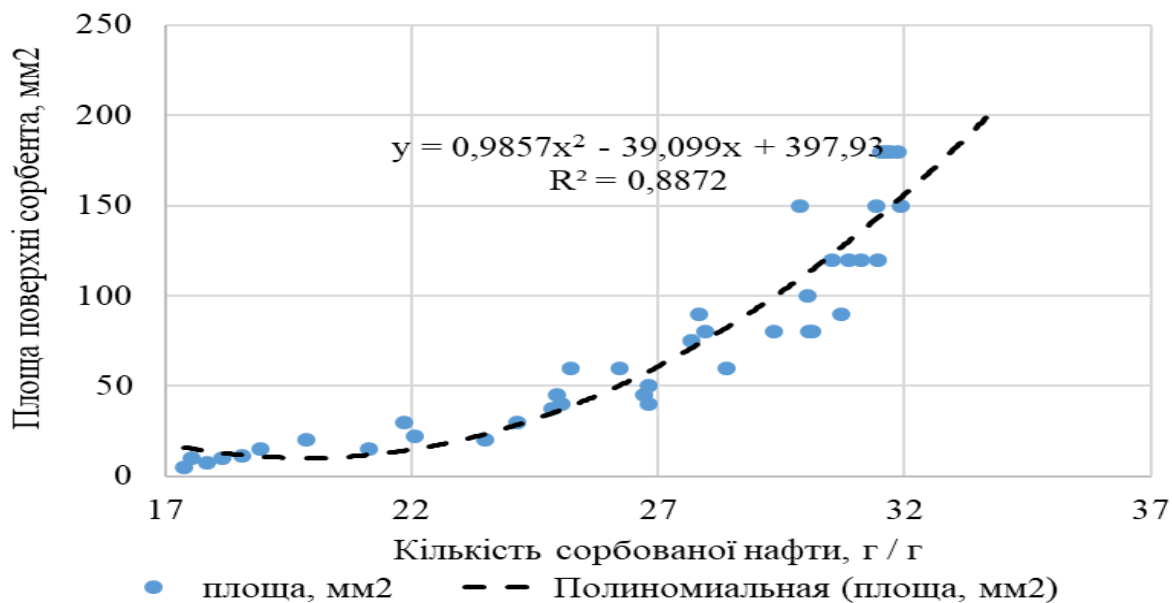
На основі експериментальних даних за допомогою методів кореляційно-регресійного аналізу проведено моделювання впливу площі поверхні полімера на величину нафтопоглинання (сорбції), що реалізовано за допомогою програмного продукту Excel 2016. Результатами регресійного аналізу встановлено щільний взаємозв'язок між площею поверхні полімеру та його нафтоємністю трьома видами моделей - експоненціальною, степенною та поліноміальною, в яких коефіцієнт детермінації (R^2) показав високу точність апроксимації (рис. 7.3 а-в).



А)



Б)



В)

Рисунок 7.3. – Модель кореляційно-регресійного аналізу залежності величини сорбції нафти від площі поверхні полімерного наповнювача отриманого переробкою вторинних ПЕТФ (А – експоненціальна, Б – степенева; В) – поліноміальна модель).

Результати експериментальних досліджень процесу регенерації сорбентів із перероблених полімерних відходів наведено у Додатку Ж в таблиці Ж.1.

7.2 Дослідження сорбційних властивостей перероблених ПВХ для вилучення нафтопродуктів із поверхні води

Експериментально встановлено, що за $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ величина нафтопоглинання зразків, наповнених механічно переробленими та активованими відходами ПВХ, змінюється від 12,7 до 16,2 г/г у залежності від величини волокон сорбенту та ступеню його механоактивації (рис. 7.4).

Найкращі показники сорбції встановлено для зразків, наповнених переробленими ПВХ із найбільшим розміром частинок $2,5(3,0) \times (30-120)$ мм.

Як і для зразків із ПЕТФ, основна маса нафтопродуктів активно сорбувалась зразками в перші 3-5 хв. Подалі контакт зразків суттєво не збільшив їх нафтопоглинання (менше 5 %).

Дослідженнями встановлено, що зразки, наповнені переробленими ПВХ, мають задовільні сорбційні властивості і за низьких температур (рис. 9.4).

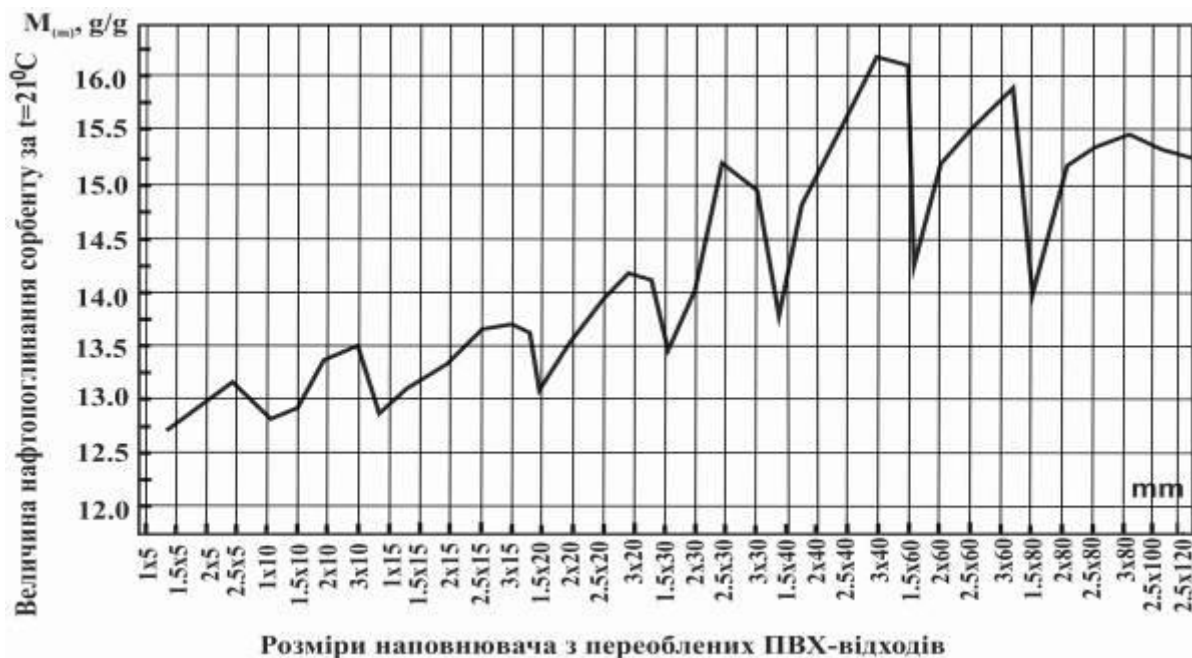


Рисунок 7.4 - Зміна величини нафтовилучення із поверхні води сорбентами із перероблених ПВХ із частинками змінного розміру

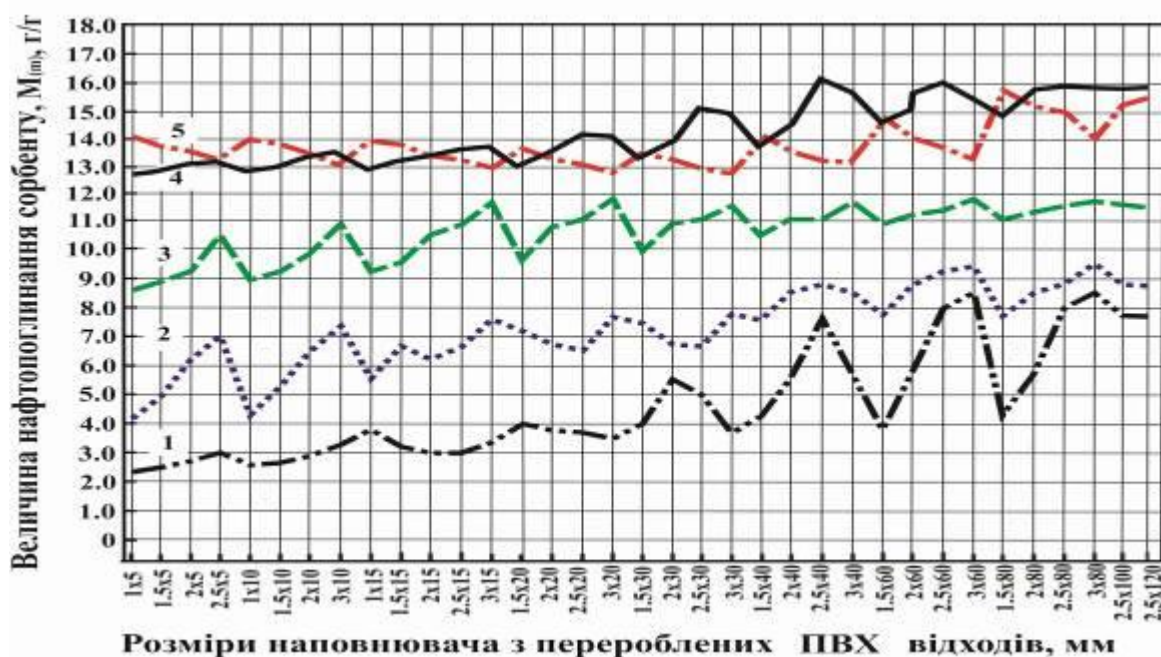
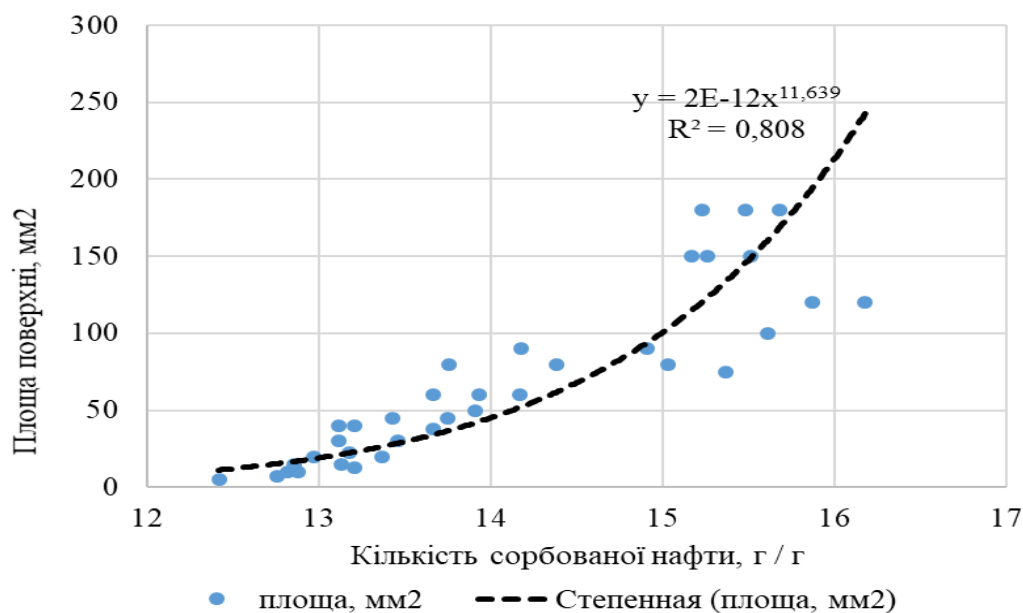
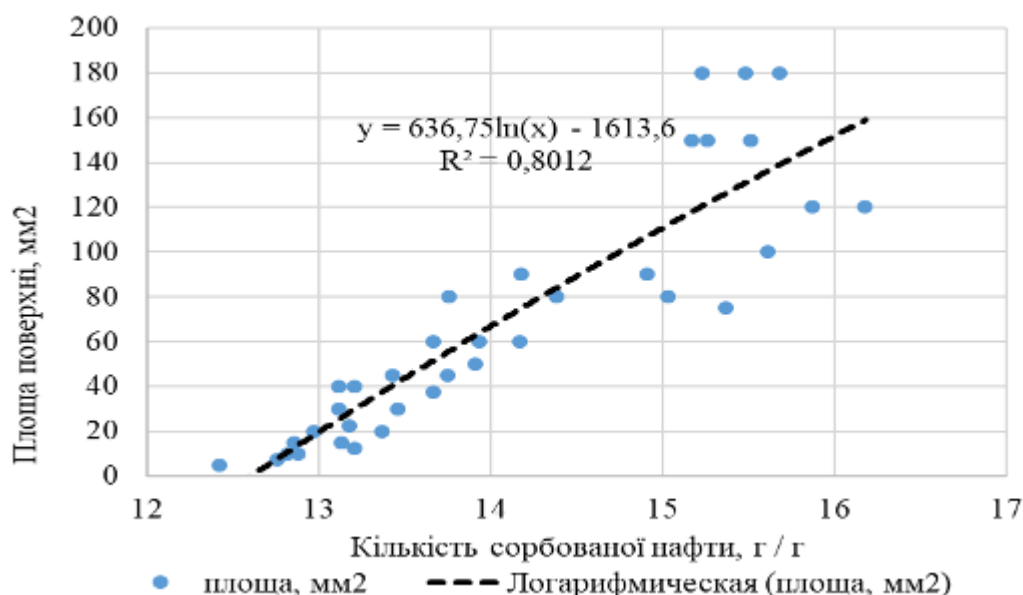


Рисунок 9.4 – Зміна нафтовилучення із поверхні води сорбентами із перероблених ПВХ із частинками змінного розміру за різних температур: 1 – 0 °С; 2 - 5 °С; 3 - 15 °С; 4 – 21 °С; 5 - 25 °С.

На основі експериментальних даних за допомогою методів кореляційно-регресійного аналізу проведено моделювання впливу площі поверхні полімера на величину нафтопоглинання. Результатами аналізу встановлено взаємозв'язок між площею поверхні полімеру та його нафтоємністю двома видами моделей - степеневою та логарифмічною, в яких коефіцієнт детермінації (R^2) показав задовільну точність апроксимації (рис. 7.5 а,б).



А)



Б)

Рисунок 7.5. – Модель кореляційно-регресійного аналізу залежності величини сорбції нафти від площі поверхні полімерного наповнювача отриманого переробкою вторинних ПВХ (А – степенева, Б – логарифмічна моделі).

Окрім цього, спостерігалось зростання сорбції нафти для усіх зразків із ПВХ після їх першого «віджиму» та повторного використання. Проведеними дослідженнями з регенерації сорбентів із ПВХ встановлено:

- до 57 циклів сорбенти під час віджиму «віддають» не менше 90 % поглинутих нафтопродуктів (при цьому їх ступінь нафто -вилучення змінюється від + 43,2 % до – 14,85 % від початкових значень);

- від 58 циклів до 92 циклів сорбенти під час віджиму «віддають» не менше 85 % поглинутих нафтопродуктів (при цьому їх ступінь нафтовилучення змінюється від – 14,93 % до – 19,95 % від початкових значень).

- від 93 циклів до 100 циклів сорбенти під час віджиму «віддають» не менше 70 % поглинутих нафтопродуктів (при цьому їх ступінь нафтовилучення змінюється від - 20,12 % до – 22,17 % від початкових значень).

Результати експериментальних досліджень процесу регенерації сорбентів із перероблених ПВХ наведено у Додатку Ж в таблиці Ж.2.

7.3 Дослідження сорбційних властивостей перероблених сумішей ПЕ+ПП для вилучення нафтопродуктів із поверхні води

Встановлено, що за $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ величина нафтопоглинання зразків із ПЕ+ПП змінюється від 15,2 до 38,7 г/г у залежності від величини волокон адсорбентів (рис. 7.6). Найвищу сорбцію продемонстрували зразки із розмірами наповнювача за шириною та довжиною (3,5 - 5,0)×(60-100) мм відповідно. Основна маса нафтопродуктів активно сорбувалась у перші 3 хв, надалі контакт зразків суттєво не збільшив їх нафтопоглинання (менше 3 %).

Дослідження застосування сорбентів із ПЕ+ПП показали зменшення величини нафтопоглинання зі зниженням температури (рис. 7.7), однак ступінь нафтовилучення є достатньо високим і стабільним незалежно від величини розміру наповнювача у порівнянні з дослідженими ПЕТФ та ПВХ сорбентами.

На основі отриманих даних методом кореляційно-регресійного аналізу змодельовано впливу площі поверхні полімера на величину нафтопоглинання. Результатами встановлено взаємозв'язок між площею поверхні полімеру та його нафтоємністю 5 видами моделей – експоненціальною, лінійною, степеневу та

логарифмічною, в яких коефіцієнт детермінації (R_2) показав задовільну точність апроксимації та поліноміальну – коефіцієнт детермінації (R_2) > 90 %, що вказує на високу точність апроксимації (рис. 7.8).

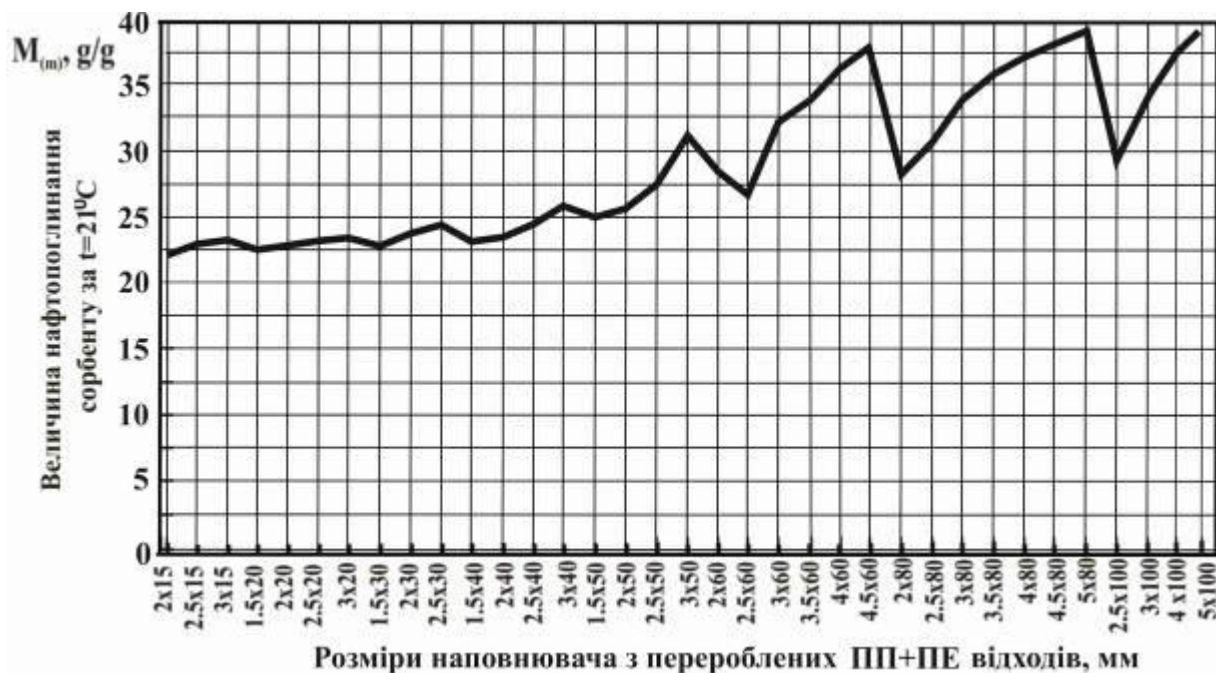


Рисунок 7.6 - Зміна величини нафтовилучення із поверхні води сорбентами із перероблених сумішей ПЕ+ПП із частинками змінного розміру

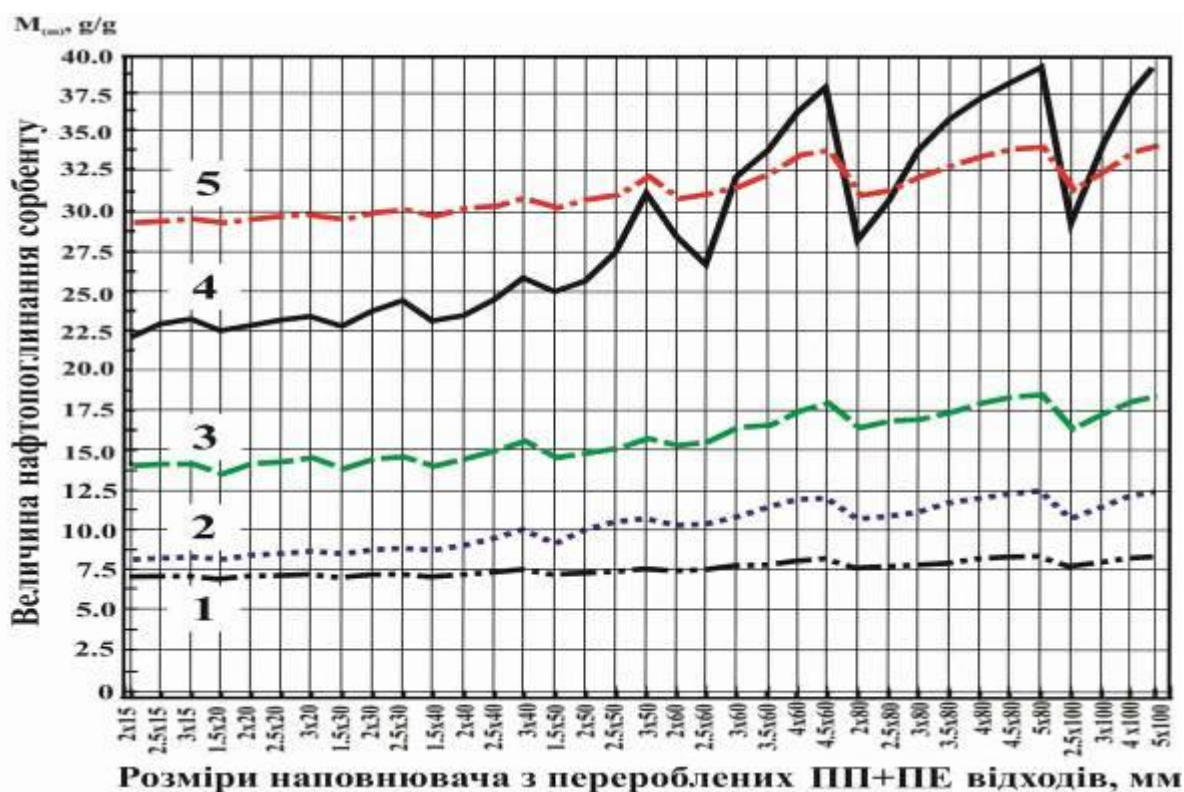


Рисунок 7.7 – Зміна величини нафтовилучення із поверхні води сорбентами із перероблених сумішей ПЕ+ПП із частинками змінного розміру за різних температур: 1 – 0 °С; 2 - 5 °С; 3 - 15 °С; 4 – 21 °С; 5 - 25 °С.

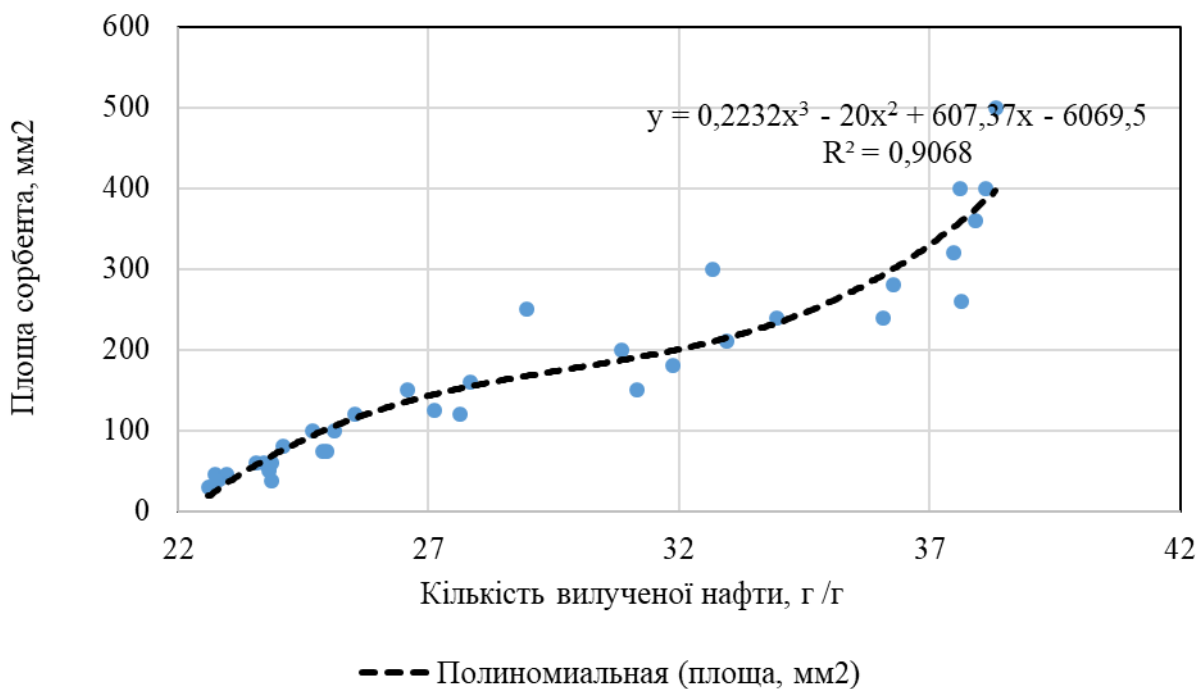


Рисунок 7.8. – Поліноміальна модель кореляційно-регресійного аналізу залежності величини сорбції нафти від площі поверхні полімерного наповнювача отриманого переробкою вторинних сумішей ПЕ+ПП

Однак спостерігалось значне погіршення сорбції зразків незалежно від величини волокон та ступеню їх механоактивації після першого «віджиму» поглинутих нафтопродуктів та повторного їх використання в якості сорбентів (від - 73,6 % (розмір фракції (3,5-5,0) мм × (80-100) мм до - 88,34 % (1,5-3,0) мм × (15-60) мм). Візуально встановлено склеювання волокон між собою та грудкування сорбенту з перероблених сумішей ПЕ+ПП із величиною подрібнення шириною менше 4 мм та довжиною менше 60 мм.

7.4 Дослідження сорбційних властивостей перероблених полімерів для вилучення нафтопродуктів із стічних вод

Відомо, що для збільшення нафтопоглинання полімерів, крім збільшення їх питомої поверхні (наприклад, нарізка на волокна), на поверхню наносять поверхнево-активні речовини (ПАР), які покращують адгезію полімеру до нафтопродукту і тим самим покращують нафтопоглинання. Встановлено, що

механічна обробка поверхні полімеру не має негативного екологічного впливу на довкілля (4 розділ), на відміну від ПАР, які активно переходять із поверхні полімеру у ґрунт і воду та викликають забруднення. Однак відмова від нанесення на поверхню полімеру ПАР зменшує ефективність і значно збільшує витрату сорбентів. Тому після їх використання постає нова проблема - високотоксичні відходи, котрі потребують спеціальної утилізації [552,553,557].

Одним із варіантів вирішення даної проблеми може бути застосування ПАР на основі рослинної сировини. На території України, враховуючи масштаби поширення, значним потенціалом рослинних ПАР володіють: уся трав'яниста частина і коріння Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis L*) та плоди Кінського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*) [565].

Із цією метою було вирішено наступні завдання:

1. Дослідити можливість використання екологічно безпечних ПАР із поширеної в Україні рослинної сировини для збільшення вилучення нафтопродуктів із води;
2. Встановити можливість використання перероблених вторинних полімерів як сорбентів розчиненої у воді нафти;
3. Дослідити можливість інтенсифікації нафтовилучення сорбентами із вторинних полімерів за допомогою їх механічної активації та нанесення на поверхню сорбенту рослинних ПАР.

Експериментальні лабораторні дослідження проведено з використанням: вторинних полімерів ПЕТФ, ПВХ, ПЕ, ПП; водо-нафтової суміші з шламонакопичувача вилученої в результаті аварійного витоку нафти з нафтогону «Дружба» у річку Прут; виготовлених рослинних ПАР на основі Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis L*) – ПАР-1 та плодів Кінського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*) ПАР-2.

Для фіксації зміни концентрації розчинених нафтопродуктів у водо-нафтових сумішах у процесі їх очищення сорбентами із перероблених полімерів застосовано методики детально описані у п.п. 2.2.

Для дослідження процесу інтенсифікації нафтовилучення з води за допомогою рослинних ПАР відбирали 200 см³ водо-нафтової суміші і за ареометром визначили її густину. За наближеними розрахунками у суміші було

20 % нафти, і для простоти подальших розрахунків обчислення кількості нафти почали визначати в об'ємних відсотках.

У якості диспергентів були використані два види природних ПАР: на основі трави та коріння Мильнянки лікарської (ПАР – 1); на основі плодів Кінського каштана (ПАР – 2). Для цього подрібнену рослинну сировину (20 г) заливали водою з температурою 70 °С (500 см³) та настоювали протягом 15 хв. на водяній бані. У результаті, одержали по 320 см³ розчину Мильнянки та 295 см³ розчину плодів Кінського каштана.

Після цього мірним циліндром відміряли 79 см³ дистильованої води, у яку додавали 1 см³ ПАВ, по черзі 1-го і 2-го типу та 20 см³ водо-нафтової суміші. З мірного циліндра отриману суміш розчинів виливали в фарфорову чашку і проводили змішування протягом 3 хв. із швидкістю обертання 1500 об/хв. Вимішану суміш наливали в бюретку 1 спроектованого нами лабораторного пристрою (рис. 7.9), де за допомогою акваріумного насоса 2 спінювали одержаний розчин протягом 3 хв. висхідним потоком повітря, що регулювався краном 3. Утворена піна концентрувалася у верхній частині, з якої потім відбирали зразки на аналіз, котрі досліджували на фотоколориметрі КФК – 2.

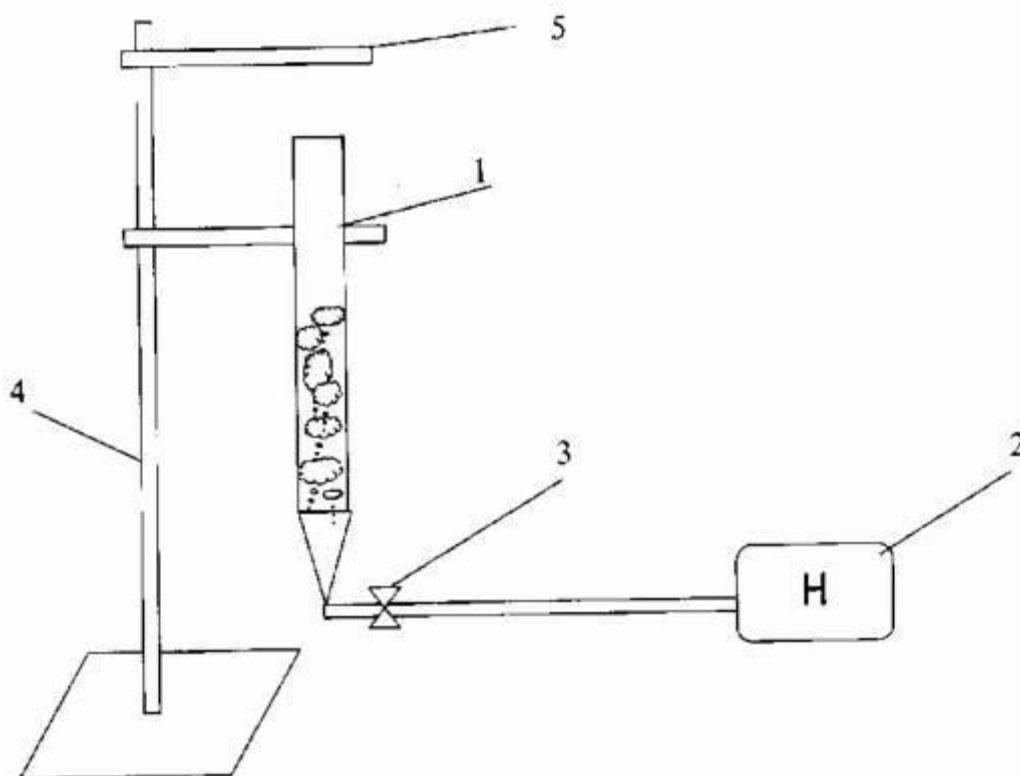


Рисунок – 9.7. Пристрій для видалення нафти з водо-нафтових сумішей. 1 – бюретка; 2- насос; 3- кран; 4- штатив; 5- штатив, на який підвішувались зразки полімерних адсорбентів.

Для визначення кількості нафти в розчині використали метод калібрувального графіка, що ґрунтується на зменшенні потоку світла при проходженні через розчин нафти; дослідження проводили на фотоколориметрі КФК – 2. Для цього готували серію водо-нафтових розчинів із відомою концентрацією нафти у них і знаходили висоти полярографічних хвиль (E). Потім будували графік: концентрація – висота полярографічної хвилі.

Після побудови калібрувального графіка за величиною висоти полярографічної хвилі, встановленою дослідним шляхом, знаходили концентрацію нафти у суміші. Для кількісного визначення нафти побудовано калібрувальний графік (рис. 7.10). Результати дослідження водо-нафтових сумішей наведено у табл. 7.2 і 7.3.

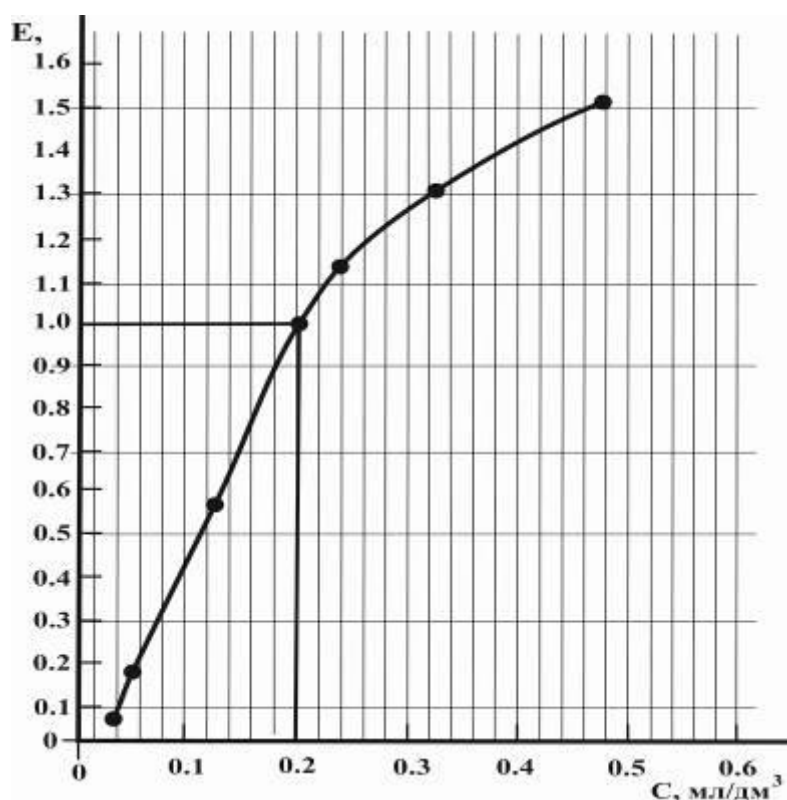


Рисунок – 7.10. Калібрувальний графік для визначення кількості нафти у водо-нафтовій суміші ($E = f(C)$)

Таблиця 7.2.

Значення кількості світла, яку пропускає досліджувана водо-нафтова суміш, в залежності від зміни концентрації розчиненої нафти

Екстинкція, E	Концентрація, мг/дм ³	Екстинкція, E	Концентрація, мг/дм ³
1,5	0,5	0,555	0,125
1,12	0,25	0,17	0,05

Таблиця 7.3

Значення кількості світла, яку пропускає досліджувана водо-нафтова суміш, в залежності від зміни концентрації розчиненої нафти та кількості доданої ПАР

Екстинкція, Е	Концентрація, мг/дм ³	Екстинкція, Е	Концентрація, мг/дм ³
0,07	0,03	0,99	0,21
0,17	0,05	1,3	0,34
0,57	0,128	1,5	0,5

Було приготовано серію розчинів з різним співвідношенням ПАР у них та нафто-водяній суміші з шламосховища. Експериментально, у процесі спінювання розчинів, було знайдено оптимальне співвідношення між об'ємом води та розчином ПАР - 8 : 1. Тобто 8 частин води (71,1 см³) та 1 частина розчину ПАР (8,9 см³) та 20 см³ нафто-водяної суміші. Вихідна концентрація нафти у досліджуваній суміші складала 3,36 мг/дм³.

Результат очищення лише за допомогою рослинних ПАР виявився значно меншим, ніж передбачалося: концентрація нафти після очистки за допомогою ПАР - 1 склала 2,27 мг/дм³, для ПАР – 2 – 2,88 мг/дм³. Наприклад, у порівнянні з найбільш екологічною синтетичною ПАР - лауретсульфат натрієм ступінь нафтовилучення була меншою у 2,6 раза, тобто лише рослинні ПАР недостатньо очищують водо-нафтову суміш від нафти [449].

Для інтенсифікації вилучення нафти з водо-нафтової суміші досліджено в якості збирача пластикові пластинки із ПЕТФ, ПВХ, ПЕ, ПП з гладкою поверхнею та механоактивовані. Розміри пластинок - 1 см × 10 см [42,566].

На першому етапі після додавання рослинних ПАР і флокуляції протягом 3 хв. по черзі опускали в отримані розчини по 3 полімерні пластинки з гладкою поверхнею, а потім із активованою – шорсткою.

На другому етапі брали по 3 гладкі пластинки кожного виду полімерів, які змочували у ПАР - 1 і 2 та висушували. Після цього опускали у дослідні розчини водо-нафтових сумішей із рослинними ПАР попередніх експериментів. Те ж саме робили з 3 пластинками кожного виду полімеру з активованою поверхнею. Отримані результати наведено в табл. 7.4.

Зміна концентрації нафти в водо-нафтовій суміші в залежності від виду
ПАР і полімеру та поверхні сорбенту

Поверхня сорбенту	Концентрація нафти після нафто вилучення в водо-нафтовій суміші, мг/дм ³							
	ПЕТФ		ПВХ		ПП		ПЕ	
	ПАР - 1	ПАР - 2	ПАР - 1	ПАР - 2	ПАР - 1	ПАР - 2	ПАР - 1	ПАР - 2
Гладка (без ПАР на поверхні)	1,063	1,775	0,891	1,512	0,943	1,612	1,081 6	1,829
	1,032	1,724	0,882	1,494	0,9196	1,575	1,058	1,789
	1,054	1,732	0,901	1,487	0,939	1,577	1,081	1,791
Шорстка – механічно активована (без ПАР на поверхні)	0,658	1,547	0,562	1,302	0,586	1,399	0,674	1,586
	0,706	1,483	0,503	1,278	0,604	1,352	0,677	1,536
	0,672	1,581	0,574	1,316	0,599	1,424	0,689	1,613
Гладка (оброблена ПАР)	0,767	1,487	0,656	1,268	0,684	1,351	0,787	1,533
	0,748	1,514	0,649	1,283	0,669	1,372	0,771	1,556
	0,756	1,492	0,646	1,275	0,6736	1,356	0,775	1,539
Шорстка – механічно активована (оброблена ПАР)	0,258	0,684	0,221	0,567	0,230	0,615	0,265	0,697
	0,277	0,653	0,237	0,556	0,247	0,593	0,284	0,673
	0,243	0,672	0,218	0,552	0,229	0,603	0,258	0,683

Для порівняння отриманих результатів із відповідними ГДК розраховано ступінь та відсоток очистки водо-нафтової суміші в залежності від видів полімерів і рослинних ПАР та поверхні полімерних сорбентів (табл. 7.5, рис. 7.11, 7.12). З їх аналізу випливає, що перероблені вторинні полімери володіють високими адсорбційними характеристиками.

Результатом застосування механічно перероблених ПЕТФ під час флотації при додаванні ПАР – 1 є зниження концентрації нафти у водо-нафтовій суміші в 2,2 раза (на 54 %), а з ПАР – 2 - в 1,6 раза (на 39 %).

Для механічно перероблених ПВХ під час флотації при додаванні ПАР – 1 є зниження концентрації нафти у водо-нафтовій суміші в 2,5 раза (на 60,7 %), а з ПАР – 2 - в 1,9 раза (на 48,0 %).

Ступінь очистки водо-нафтової суміші в залежності від виду ПАР і полімеру та поверхні полімерного сорбенту

Поверхня сорбенту	Ступінь очистки водо-нафтової суміші, %							
	ПЕТФ		ПВХ		ПП		ПЕ	
	ПАР - 1	ПАР - 2	ПАР - 1	ПАР - 2	ПАР - 1	ПАР - 2	ПАР - 1	ПАР - 2
Без полімерного сорбенту	32,41	14,32	32,41	14,32	32,41	14,32	32,41	14,32
Гладка (без ПАР)	54,0	38,75	60,7	48,0	58,85	44,9	52,7	37,4
Шорстка – механічно активована (без ПАР)	70,35	46,8	75,9	54,9	73,7	51,7	70,0	45,2
Гладка (з ПАР)	66,6	48,2	71,4	55,7	70,2	52,8	65,7	46,4
Шорстка – механічно активована (з ПАР)	88,6	77,7	90,1	80,6	89,6	79,0	88,15	76,2

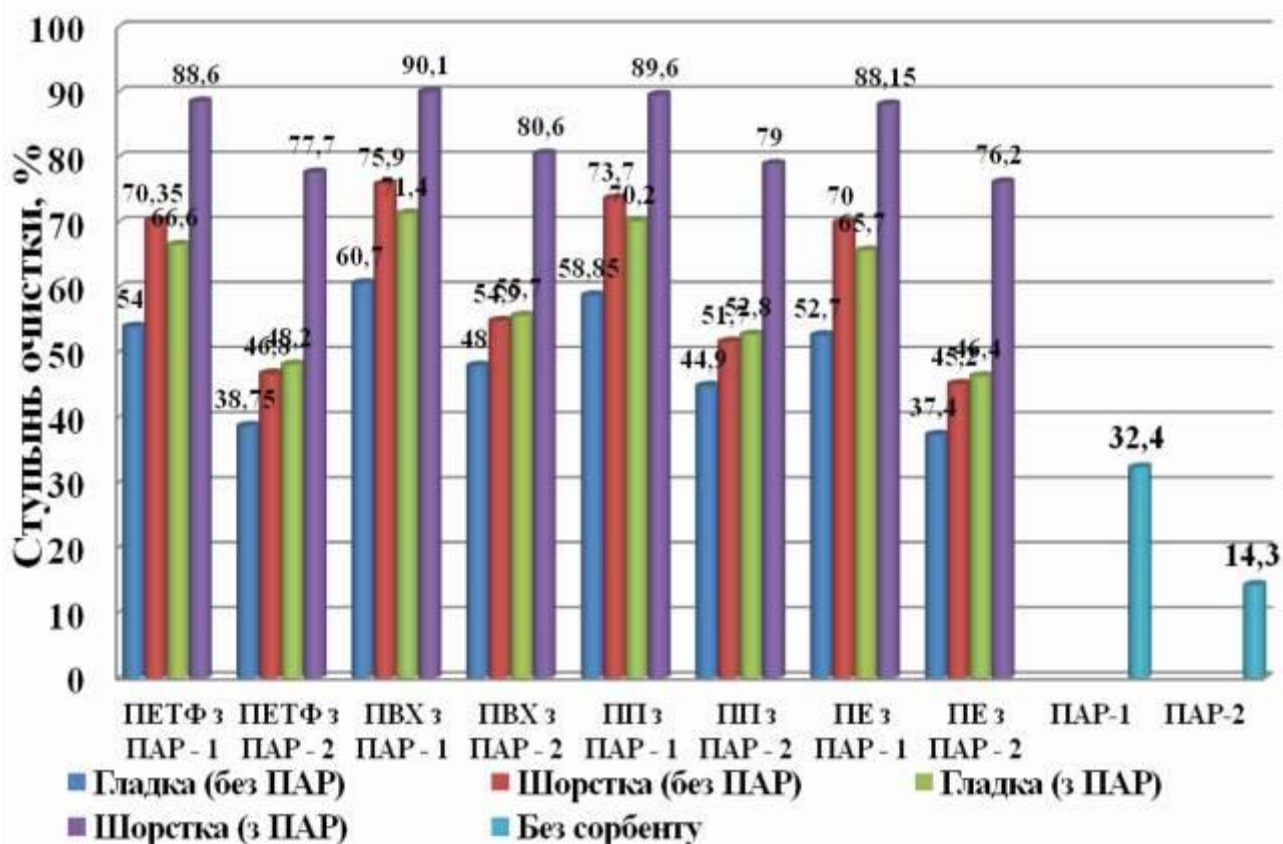


Рисунок 7.11 - Відсоток вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду полімеру та рослинних ПАР і типу поверхні полімеру

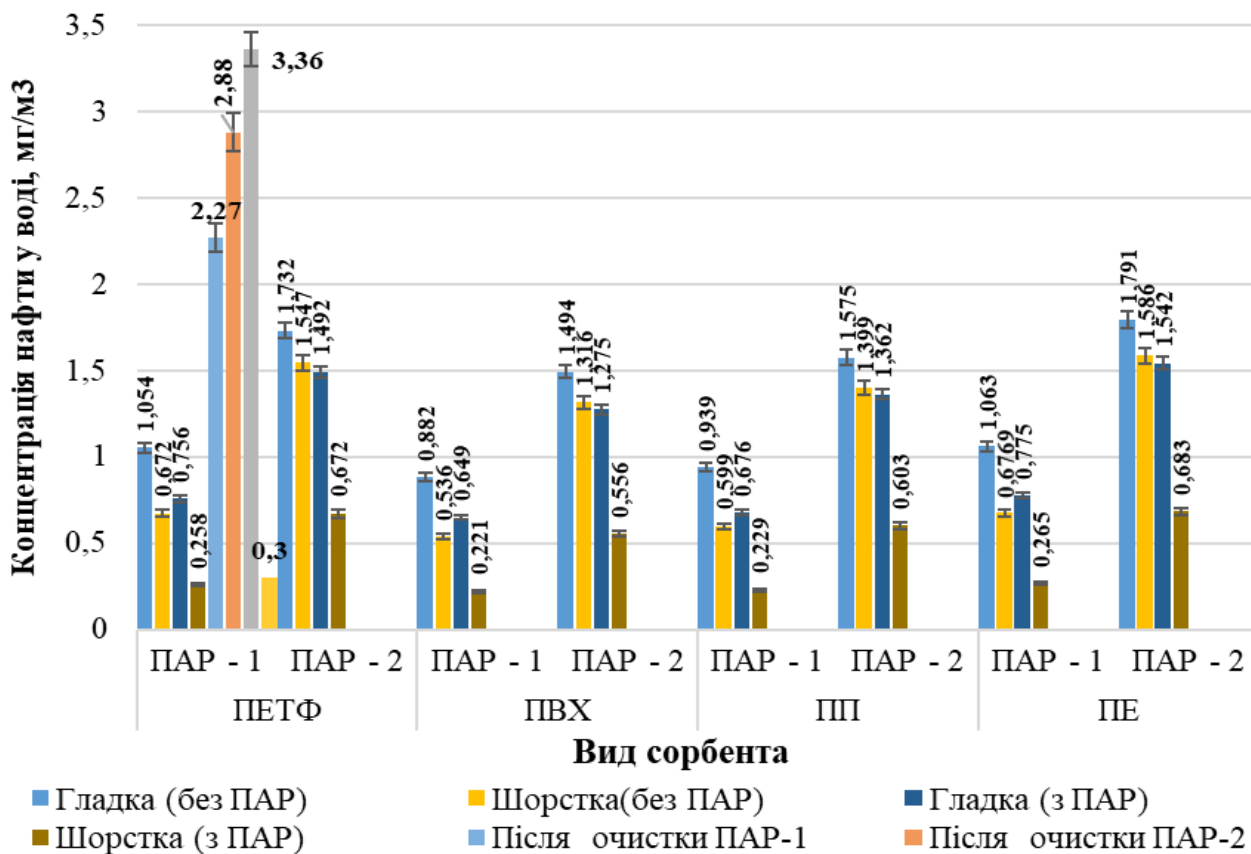


Рисунок 7.12 – Ступінь вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинних ПАР та типу поверхні полімеру

Для механічно перероблених ПП під час флотації при додаванні ПАР – 1 є зниження концентрації нафти у водо-нафтовій суміші в 2,4 раза (на 58,85 %), а з ПАР – 2 - в 1,8 раза (на 44,9 %).

Для механічно перероблених ПЕів під час флотації при додаванні ПАР – 1 є зниження концентрації нафти у водо-нафтовій суміші в 2,1 раза (на 52,7 %), а з ПАР – 2 - в 1,6 раза (на 37,4 %).

Додаткова механічна активація полімерів збільшує вилучення нафти із водо-нафтової суміші, у якій присутні рослинні ПАР.

Для ПЕТФ у 3,4 раза (на 70,35 %) з ПАР - 1 і в 1,9 раза (на 46,8 %) з ПАР - 2.

Для ПВХ у 4,3 раза (на 75,9 %) з ПАР – 1 і в 2,22 раза (на 54,9 %) з ПАР – 2.

Для ПП у 3,8 раза (на 73,7%) з ПАР – 1 і в 1,6 раза (на 51,7 %) з ПАР – 2.

Для ПЕ у 3,3 раза (на 70,0 %) з ПАР – 1 і в 1,8 раза (на 45,2 %) з ПАР – 2.

Нанесення на поверхню механічно активованих полімерів ПАР - 1 значно збільшує кількість виділеної нафти із забрудненої води.

Для ПЕТФ у 8,8 раза (на 88,6 %) до 0,243 мг/дм³, що в 1,15 раза нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення.

Для ПВХ в 9,9 раза (на 90,1 %) до 0,218 мг/дм³, що в 1,3 раза нижче ГДК.

Для ПП у 9,5 раза (на 89,6 %) до 0,229 мг/дм³, що в 1,25 рази нижче ГДК.

Для ПЕ у 8,4 раза (на 88,15 %) до 0,258 мг/дм³, що в 1,1 раза нижче ГДК.

Експериментально доведено доцільність використання перероблених та активованих полімерів вилучених із ТПВ, на поверхню яких нанесено рослинне ПАР із Мильнянки лікарської, у якості сорбентів нафти.

Висновки до розділу 7

Дослідивши сорбційні властивості представників основних груп вторинних полімерів вилучених із ТПВ, встановлено, що перероблені полімери мають високий ступінь нафтоємності тому їх можна застосувати, як сорбенти для вилучення нафти з поверхні води та розчинених у воді нафтопродуктів.

Встановлено, що ефективність вилучення нафти з поверхні води, механічно переробленими та активованими полімерами змінюється від 12,4±0,15 г/г до 36,7±0,54 г/г залежно від виду переробленого полімеру, величини подрібнення та температури довкілля. Отримані результати є кращими за результати усіх відомих природних та отриманих із відходів нафтових сорбентів. Показано, що для сорбентів із ПЕТФ, ПВХ полімерів нафтопоглинання покращується після їх першого циклу регенерації («віджиму»). Сорбенти із ПВХ до 57 циклів регенерації «віддають» 83,4±0,6 % поглинутої нафти, із ПЕТФ – до 16 циклів «віддають» 84,7±0,9 % нафти. Виявлено погіршення нафтовилучення зразків після першого «віджиму» нафти (до - 88,34 % від першого застосування) наповнених ПЕ чи ПП сорбентами незалежно від розміру наповнювача.

Сконструйовано установку для флотаційного вилучення нафти із водо-нафтових сумішей. Встановлено, що додавання до водо-нафтових сумішей рослинної ПАР із *Saponaria officinalis* та сорбентів із перероблених механічно активованих полімерів, поверхня яких вкрита цією ж ПАР, забезпечує ефективність

очистки водо-нафтових сумішей від $85,15 \pm 3,72$ % ($0,242 \pm 0,027$ мг/дм³) із ПЕ сорбентами до $87,1 \pm 3,16$ % ($0,218 \pm 0,008$ мг/дм³), із ПВХ сорбентами. Залишкова концентрація нафтопродуктів в очищеній водо-нафтовій суміші в 1,3 рази нижча за ГДК нафти у воді питного та побутового призначення, що є важливим для еколого-гігієнічної оцінки стану водних об'єктів від забруднення нафтою та нафтопродуктами. Безпеку використання сорбентів із перероблених полімерів підтверджено біотестуванням на гідробіонтах *Daphnia magna Straus* та *Paramecium caudatum* (4 клас небезпеки).

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях:
[42,422,521,525-529,565,566].

РОЗДІЛ 8

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ, ДО СКЛАДУ ЯКИХ ВХОДЯТЬ ПОЛІМЕРИ, І ВСТАНОВЛЕННЯ ЙОГО ВІДПОВІДНОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОМУ

Проблема, на розв'язання якої спрямований проведений нами порівняльний аналіз національного законодавства у сфері поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, і встановлення його відповідності європейському, полягає в необхідності вирішення критичної ситуації, котра склалася з утворенням, накопиченням, зберіганням, переробкою, утилізацією та захороненням ТПВ, до складу яких входять полімери, що характеризується подальшим розвитком і загостренням санітарно-гігієнічної і екологічної ситуацій, що склалася в Україні на усіх рівнях.

8.1 Аналіз нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, в Україні

Найбільшу складність у формуванні структури економіки являють собою процеси, що забезпечують розвиток економіки, такі як: відтворювальні, ресурсні, інвестиційні, інноваційні, фінансові, трудові, технологічні. Прикладом може слугувати сфера поводження з відходами. Повний цикл поводження з відходами включає в себе утворення, складування, транспортування, використання або розміщення (знешкодження та захоронення) [567].

Сфера поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери (ТПВП), – галузь економіки, спрямована на забезпечення санітарно-гігієнічного благополуччя населення, раціонального природокористування, зниження навантаження на довкілля, що включає в себе всі види нормативно-правових та організаційно-технологічних заходів із технічного регулювання робіт на

етапах поводження з відходами, запобігання, мінімізації, обліку, контролю їх утворення і накопичення [568].

У даний час в Україні не можна говорити про наявність системності у сфері поводження з ТПВП, та відповідно системного нормативно-правового механізму регулювання суспільних відносин у цій сфері. У більшості районів є тільки видалення відходів. У деяких областях вона доповнена окремими підприємствами з сортування та переробки відходів [567,569].

Для стабільної та ефективної роботи сфера поводження з ТПВП повинна включати: систему видалення відходів, необхідну інфраструктуру, комплекс сміттесортувальних і сміттєпереробних підприємств, виробничі потужності з використання вторинної сировини для виробництва товарів і надання послуг, нормативно-правову базу, систему інформаційного забезпечення, направлену на забезпечення довіри населення до діяльності органів влади у сфері поводження з відходами, кваліфіковані кадри для забезпечення потреб галузі та обслуговування технологічних процесів. Формування і розвиток нормативно-правового регулювання сфери поводження з ТПВП та відповідних державних інформаційних систем повинно здійснюватися на міжгалузевому і міжрегіональному рівнях, із застосуванням комплексного, системного підходу до вирішення правових, організаційних і технічних питань. Необхідна співпраця з іншими державами та міжнародними організаціями, що зробить можливою інтеграцію у сфері, яка досліджує поводження з ТПВП [3,4].

Для ефективного управління сферою поводження з відходами необхідно використовувати методи і інструменти, які враховують міжгалузеву специфіку сфери поводження з даним видом відходів [570].

Основним нормативним документом щодо поводження із побутовими відходами є Закон України «Про відходи» №187/98-ВР, який був прийнятий 05.03.1998 р., редакція від 13.02.2020 року визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, сортуванням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а

також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини на території України [567].

Закон України «Про відходи» встановлює терміни та визначення в сфері поводження з відходами:

- відходи - будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення; це визначення практично тотожне визначенню зі статті 2 «Базельської конвенції про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням» від 22 березня 1989 року [572] та статті 1 Директиви ЄС 74/442/ЕЕС «Про відходи» від 15 липня 1975 року [445];

- побутові відходи - відходи, що утворюються в процесі життя і діяльності людини в житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення;

- поводження з відходами - дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення;

- збирання відходів - діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення;

- утилізація відходів - використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів;

- видалення відходів - здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації;

- знешкодження відходів - зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення;

- захоронення відходів - остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів;
- операції поводження з відходами - збирання, перевезення, зберігання, оброблення (перероблення), утилізація, видалення, знешкодження і захоронення відходів;
- розміщення відходів - зберігання та захоронення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах;
- відходи як вторинна сировина - відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови;
- об'єкти поводження з відходами - місця чи об'єкти, що використовуються для збирання, зберігання, сортування, оброблення, перероблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів;
- відведені місця чи об'єкти - місця чи об'єкти (місця розміщення відходів, сховища, полігони, комплекси, споруди, ділянки надр тощо), на використання яких отримано дозвіл на здійснення операцій у сфері поводження з відходами [571].

Одним із основних напрямів державної політики у сфері поводження з відходами є запровадження роздільного збирання ТПВ. У відповідності до ст. 33 Закону України «Про відходи» зберігання та видалення відходів здійснюються відповідно до вимог екологічної безпеки та способами, що забезпечують максимальне використання відходів чи передачу їх іншим споживачам (за винятком захоронення). На кожне місце чи об'єкт зберігання або видалення відходів складається спеціальний паспорт, в якому зазначаються найменування та код відходів (згідно з державним класифікатором відходів), їх кількісний та якісний склад, походження, а також технічні характеристики місць чи об'єктів зберігання чи видалення і відомості про методи контролю та безпечної експлуатації цих місць чи об'єктів [568,571].

З метою зменшення негативного впливу відходів на довкілля прийнято Постанову Кабінету Міністрів України № 446-32-VI від 25.12. 2012 року, якою запроваджено систему збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини та затверджено тарифи на послуги. Також встановлено, що підприємства, установи та організації, які імпортують продукцію в тарі (упаковці), у разі укладення договорів постачання в Україну товарної продукції зобов'язані передбачити утилізацію чи вивезення з України використаних пакувальних матеріалів і тари [573].

Стаття 4 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 року № 4004-XII (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 27, ст.218) регламентує, що громадяни України мають право на безпечні для здоров'я і життя харчові продукти, питну воду, умови праці, навчання, виховання, побуту, відпочинку та навколишнє природне середовище; участь у розробці, обговоренні та громадській експертизі проектів програм і планів забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення, внесення пропозицій з цих питань до відповідних органів; відшкодування збитків, завданих їх здоров'ю внаслідок порушення підприємствами, установами, організаціями, громадянами санітарного законодавства; достовірну і своєчасну інформацію про стан свого здоров'я, здоров'я населення, а також про наявні та можливі фактори ризику для здоров'я та їх ступінь. Проте вимоги даної статті виконуються лише частково, в зв'язку з відсутністю в Україні належного контролю за якістю довкілля [574].

Охорона довкілля від забруднення відходами визначається статтею 55 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища». Стаття вказує, що суб'єкти права власності на відходи мають застосовувати необхідні заходи для зменшення об'ємів утворення відходів, їх утилізації, а також знешкодження або розміщення. Проведення операцій у сфері поводження з відходами можливе тільки за наявності дозволу на здійснення операцій у сфері поводження з відходами на визначених територіях із дотриманням санітарних та екологічних норм у такий спосіб, щоб забезпечити можливість подальшого використання відходів як вторинної сировини [575].

Закон України «Про металобрухт» регулює суспільні відносини, які виникають під час проведення операцій з металобрухтом. Зазначимо, що Закон

України "Про відходи" (187/98-ВР) не регулює операції з металобрухтом (стаття 2 Закону України «Про металобрухт») [576].

Стаття 44 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» регламентує, що повноваження щодо поводження із побутовими відходами та лімітів їх утворення обласні ради делегують обласним державним адміністраціям. А стаття 33 вказує на те, що такі повноваження як контроль за дотриманням фізичними та юридичними особами вимог у галузі поводження з побутовими та виробничими відходами й розгляд справ про адміністративні правопорушення або передача їх матеріалів на розгляд інших державних органів у разі порушення законодавства про відходи є компетенцією виключно виконавчих органів сільських, селищних, міських рад [577].

Закон України «Про благоустрій населених пунктів» регламентує (ст. 16), що на об'єктах благоустрою забороняється вивозити та нагромаджувати відходи, траву, гілки, деревину, листя чи сніг у не пристосованих для цього місцях. Об'єкти благоустрою повинні використовуватись лише за їх функціональним призначенням, з метою забезпечення сприятливих умов життєдіяльності людини за принципом раціонального використання та охорони, враховуючи вимоги до благоустрою території населених пунктів та інші вимоги, передбачені законодавством (ст.14) [578].

Постанова Кабінету Міністрів України від 10 грудня 2008 р. № 1070 «Про затвердження Правил надання послуг з вивезення побутових відходів» регламентує, що вивезення ТПВ здійснюється згідно із планом санітарного очищення населених пунктів, із створенням умов для роздільного збирання побутових відходів. Великогабаритні та ремонтні відходи у складі побутових відходів повинні вивозитись окремо від інших видів сміття. А контейнерні майданчики та урни для побутових відходів мають бути встановлені у житлових масивах і внутрішньо дворових територіях, на дорогах загального користування та інших об'єктах благоустрою населених пунктів [579].

Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1216 «Про затвердження Порядку ведення реєстру місць видалення відходів» встановлено порядок, розроблений для виконання вимог статті 28 Закону України «Про відходи». Порядком визначено правила ведення реєстру місць видалення відходів. Реєстр створюється і ведеться на підставі паспортів місць видалення відходів,

звітних даних від виробників відходів, відомостей спеціально уповноважених органів виконавчої влади у сфері поводження з відходами. На підставі даних паспортів держадміністрації готують висновки щодо рівня екологічної безпеки місць видалення відходів, визначають категорію їх рівня екологічної безпеки для довкілля та здоров'я людей [580].

Постанова Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1217 «Про затвердження Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів» визначає особливості управління безхазяйними відходами. Тут вперше вводиться поняття: безхазяйними вважаються відходи, які не мають власника або власник яких невідомий. Заяви про факти виявлення відходів розглядаються на чергових засіданнях постійно діючої комісії з питань поводження з безхазяйними відходами. Комісія має визначити кількість, склад, властивості, вартість відходів, ступінь їх небезпеки для довкілля та здоров'я людини, а також має вжити необхідні заходи для встановлення власника відходів. У випадку необхідності для встановлення власника відходів та для їх оцінки можуть залучатись правоохоронні органи, відповідні спеціалісти та експерти [581].

Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1218 «Про затвердження Порядку розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів» визначено правила розробки, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів, у тому числі небезпечних, на території України. Встановлено, що обмеження на утворення відходів розраховуються відповідно до норм утворення для кожного виду відходів за класами їх небезпеки. Ліміт має дорівнювати сумарному об'єму відходів, які знаходяться на своїй території та передані іншому власнику [582].

Постановою Кабінету Міністрів України від 16.11.2011 р. № 1173 «Питання надання послуг з вивезення побутових відходів» визначено порядок підготовки та проведення конкурсу з обрання виконавця послуг із вивезення сміття на певній території населеного пункту. Організацію, підготовку та проведення конкурсу забезпечує виконавчий орган сільської, селищної, міської ради або місцева державна адміністрація у випадку делегування їй повноважень відповідними радами. Організатор конкурсу визначає межі певної території населеного пункту, де планується надання послуг із вивезення побутових відходів [583].

Для створення необхідних умов для організації збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини, а також з метою зменшення негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище прийнято Постанову Кабміну України від 26.07.2001 р. № 915 «Про впровадження системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини». У відповідності до Постанови затверджуються ціни на послуги із збирання, заготівлі та утилізації використаної тари і пакувальних матеріалів. В п. 4 зазначено, що дія Постанови не поширюється на тару і пакувальні матеріали експортної продукції, хлібобулочних виробів та сирого молока, хліба та молочної сировини, молочних продуктів, продукції гуманітарної і технічної допомоги [584].

«Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів» розроблені з метою встановлення єдиного підходу до проведення досліджень із визначення кількості окремих компонентів у складі твердих побутових відходів та запровадження у населених пунктах сучасних ефективних технологій поводження з твердими побутовими відходами. Їх впровадження дасть можливість проводити довгострокове прогнозування обсягів утворення вторинної сировини, як складників ТПВ. Згідно Рекомендації морфологічний склад сміття слід визначати кожного сезону (4 рази на рік) за наступною класифікацією: харчові відходи (овочі, відходи садівництва тощо); папір та картон; полімери (пластмаси); скло; чорні метали; кольорові метали; текстиль; деревина; небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи тощо); кістки, шкіра, гума; залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібно будівельне сміття, каміння, вуличний змет тощо) [119].

Норми утворення твердих побутових відходів встановлюються у відповідності до Наказу Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.01.2006 р. № 7 «Норми утворення твердих побутових відходів у населених пунктах України» та передбачають 2 джерела утворення: від житлових будинків та від об'єктів невиробничої сфери (установ та підприємств обслуговування за переліком відповідно до ДБН 360-92 "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень") [585].

З метою організації належного збирання, перевезення, перероблення, утилізації побутових відходів розроблені «Методичні рекомендації з організації

збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів» та затверджені Наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 07.06.2010 № 176. У відповідності Рекомендацій встановлено, що у кожному населеному пункті збирання, перевезення, переробку та утилізацію побутових відходів необхідно проводити відповідно до встановлених державних правил і норм, за єдиною планово-регулярною системою. Також передбачаються 2 види поводження з відходами – перероблення та утилізація [586].

Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 № 133 впроваджено «Методику роздільного збирання побутових відходів». Згідно з Методикою роздільне збирання твердих та рідких побутових відходів проводиться з метою подальшої переробки компонентів сміття. Результатом впровадження роздільного збирання ТПВ стане зменшення кількості побутових відходів, які захороняють на полігонах, отримання вторинної сировини та вилучення небезпечних відходів, що є у складі побутових відходів, покращення екологічного стану навколишнього природного середовища. Технологічні схеми роздільного збирання побутових відходів визначаються органами місцевого самоврядування із врахуванням річної норми надання послуг із вивезення побутових відходів, зважаючи на їх склад і потреби у вторинних енергетичних та матеріальних ресурсах, органічних добривах, економічних чинниках та із дотриманням інших вимог [587].

Регулюють діяльність з експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами та поширюються на об'єкти перевантаження і сортування сміття та переробки органічної складової, яка міститься в побутових відходах, «Правила експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами», затверджені Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 04.05.2012 № 196 [588]. Дані правила є обов'язковими для всіх суб'єктів господарювання, котрі здійснюють перевантаження, сортування побутових відходів, а також переробку органічної складової, що є у складі побутових відходів, на відповідних об'єктах, які діють, та нових об'єктах, прийнятих в експлуатацію відповідно до «Порядку прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 13.04. 2011 року № 461. У наведених Правилах вводяться

ряд термінів і визначень, а також умов перероблення органічної складової, яка міститься у відходах. Згідно з нормативним документом об'єкт перероблення органічної складової ТПВ – об'єкт поводження з побутовими відходами, на якому розміщено споруди, оснащені спеціальним обладнанням для здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних з розкладанням органічної складової під впливом різних видів бактерій, грибків та/чи спеціальних культур дощових черв'яків, з отриманням ґрунтоподібного матеріалу (компосту) [589].

Порядок експлуатації полігонів ТПВ в Україні регулюється у відповідності до «Правил експлуатації полігонів побутових відходів», які затверджені Наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435. Правила встановлюють усі логістичні операції, котрі пов'язані з складуванням побутових відходів – від вибору місця для складування до виведення з експлуатації й рекультивацію полігону. Полігони побутових відходів мають функціонувати відповідно до щорічних технологічних планів організації робіт із захоронення відходів [590].

Основним документом з експлуатації полігонів твердих побутових відходів є ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування». Ці норми не поширюються на проектування полігонів захоронення: токсичних, радіоактивних, сільськогосподарських, спеціалізованих, медичних і інших промислових відходів [591].

Кодексом України «Про адміністративні правопорушення» передбачено адміністративну відповідальність за правопорушення під час поводження з відходами [592]:

- порушення вимог щодо поводження з відходами під час їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації чи захоронення (ст. 82);
- порушення правил ведення первинного обліку та здійснення контролю за операціями поводження з відходами або неподання звітності щодо утворення, використання, знешкодження та видалення відходів (ст. 82-1);
- виробництво продукції з відходів чи з їх використанням без відповідної нормативно-технічної документації (ст. 82-2);
- приховування, перекручення або відмова від надання інформації за запитами посадових осіб і зверненнями громадян та їх об'єднань щодо безпеки утворення відходів та поводження з ними (ст. 82-3);

- змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує технологія, без спеціального дозволу (ст. 82-4) ;
- порушення правил передачі відходів (ст. 82-5);
- порушення встановлених правил і режиму експлуатації установок і виробництв із оброблення та утилізації відходів (ст. 82-6).

Таким чином, Конституція України, Кодекси України «Про надра», «Про адміністративні правопорушення»; Закони України «Про відходи», «Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про оцінку впливу на довкілля», «Про стратегічну екологічну оцінку». «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». «Про металобрухт», «Про житлово-комунальні послуги», «Про благоустрій населених пунктів», «Про ветеринарну медицину», «Про ліцензування видів господарської діяльності». «Про альтернативні джерела енергії», «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною», «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції»; розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820 «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» складають законодавство України про відходи та регулюють питання поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, й захисту довкілля від їх можливого негативного впливу.

Українська нормативно-правова концепція в сфері поводження з відходами має на меті гармонізувати існуюче законодавство із європейськими нормами. Із цією метою всі проекти нормативних документів проходять верифікацію в Міністерстві охорони навколишнього природного середовища на предмет сумісності із законодавством країн-членів ЄС [593].

Адаптацію українських нормативно-правових актів до законодавства ЄС у сфері поводження з відходами здійснює Українсько-Європейський консультативний центр з питань законодавства.

У країнах Європейського Союзу тверді відходи розподіляються на промислові та тверді муніципальні відходи. До твердих муніципальних відходів відносять відходи як житлового сектору, так і відходи офісів, закладів

громадського харчування, навчальних закладів, лікарень тощо. Спільною рисою муніципальних відходів є те, що поводження з ними здійснює міська влада. Натомість в українських нормативно-правових документах визначення «муніципальні відходи» відсутнє, а поширено поняття «комунальні відходи» або «тверді побутові відходи» [594,595].

Основна концепція поводження з побутовими відходами, до складу яких входять полімери, в Україні – захоронення на полігонах і звалищах. Однак підписана в 2014 році Угода про асоціацію між Україною, з одного боку, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії та їх державами-членами, з іншого боку, вимагає від України негайних і рішучих кроків для впровадження європейських стандартів у відповідній сфері [480,596].

Проте проблема відходів в Україні відрізняється особливою масштабністю: згідно зі статистичними даними в 2018 році перероблено та утилізовано близько 5,84% побутових відходів, з них - 2,6% спалено, тільки 3,2% перероблено, а решта побутових відходів потрапило на звалища [1].

У 2017 році Кабміном України схвалено «Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року» для забезпечення часткового виконання показників, які регламентовані підписаною Угодою з ЄС (табл. 8.1) [4].

Стратегія визначає державну політику у сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття, в основу якої покладені європейські підходи у сфері управління відходами, що базуються на положеннях Рамкової Директиви № 2008/98/ЄС «Про відходи та скасування деяких директив»; Директиви № 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 року «Про захоронення відходів»; Директиви № 2006/21/ЄС «Про управління відходами видобувних підприємств та якою вносяться зміни до Директиви 2004/35/ЄС»; Директиви 94/62/ЄС «Про упаковку та відходи упаковки»; Директиви 2012/19/ЄС «Про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО)»; Директиви 2006/66/ЄС «Про батарейки і акумулятори та відпрацьовані батарейки і акумулятори» [480,494,495].

Отже, Стратегія визначає базові принципи для управління такими потоками відходів: побутові відходи; промислові відходи; будівельні відходи; небезпечні відходи; відходи сільського господарства; окремі групи відходів, у тому числі відходи електричного та електронного обладнання, відпрацьовані батарейки та акумулятори; відходи упаковки, медичні відходи.

Цільові показники реалізації «Національної стратегії управління відходами в Україні на період 2017-2030 рр.» [4]

Напрямок	Показники	Базове значення, 2016 рік	Цільове значення за роками		
			2017-2018	2019-2023	2024-2030
Запобігання утворенню відходів	створення мережі центрів впровадження більш чистих виробництв (технологій) для мінімізації обсягів утворення відходів, одиниці		5	10	20
	прийняття нормативно-правових актів про введення екодизайну товарів для споживання, які будуть довше функціонувати і будуть більш пристосованими до повторного використання або утилізації, в тому числі шляхом переробки, одиниці		2	5	10
	зменшення обсягів використання первинної сировини, %	90	85	80	70
Підготовка до повторного використання відходів	впровадження в населених пунктах роздільного збору відходів, придатних до повторного використання та переробки, од.	575	800	2500	5000
	утворення центрів по збору відходів для їх ремонту з метою повторного використання (насамперед відходів електричного та електронного обладнання), од.		25	100	250
	збільшення обсягів ТПВ, які направляють на повторне використання, %	5	7	8	10
Переробка відходів	створення нових потужностей з переробки вторинної сировини, од.	65	100	250	800
	створення потужностей з компостування біовідходів, од.	20	70	150	500
	збільшення обсягів відходів, які направляються на переробку, %	3,04	5	15	50
Інші види утилізації, в тому числі одержання енергії	будівництво стаціонарних потужностей по термічній утилізації відходів, од.	1	3	15	20
	збільшення обсягів ТПВ, які направляють на термічну утилізацію, %	2,37	5	7	10
	збільшення обсягів відходів, які направляють на термічну утилізацію, млн. т.	1	1,5	2	3
Видалення відходів	зменшення кількості місць для видалення побутових відходів (відповідно до Директиви 1999/31/ЄС), од.	6000	5000	1000	300
	зменшення загального обсягу захоронення відходів, %	50	45	40	35
	зменшення обсягу захоронення ТПВ, %	95	80	50	30
	створення мережі регіональних полігонів побутових відходів (відповідно до Директиви 1999/31/ЄС), од.		5	25	50

Стосовно управління зазначеними групами відходів пропонуються комплексні заходи, які відповідають вимогам європейського законодавства.

Після прийняття Стратегії за участю міністерств та місцевих органів влади розроблено Національний план управління відходами, що визначає конкретні суспільно-політичні, інституційні, організаційно-технічні, регуляторні, технологічні заходи; коло учасників та відповідальних за їх реалізацію; встановлює терміни виконання заходів, визначених Стратегією, джерела та обсяги фінансового забезпечення; визначає засоби контролю стану виконання та моніторингу результатів впровадження [596].

Заходи Стратегії складаються із загальних заходів, що стосуються сфери управління відходами в цілому, та спеціальних заходів, що стосуються сфери управління специфічними видами відходів.

Національний план управління відходами, методичні рекомендації для розробки Регіональних планів управління відходами – усі ці документи схвалено Урядом та Міненергодокіллям.

Органи місцевого самоврядування забезпечують виконання цільових показників Стратегії та Планів з підготовки до повторного використання, рециклінгу та відновлення муніципальних відходів, а також наявність потужностей для оброблення та видалення відходів.

Зокрема, для муніципальних відходів має бути забезпечено виконання таких цільових показників [596]:

- до 2025 року підготовка до повторного використання відходів та рециклінг не менше, ніж 15 % від ваги;
- до 2030 року підготовка до повторного використання відходів та рециклінг не менше, ніж 20 % від ваги;
- до 2035 року підготовка до повторного використання відходів та рециклінг не менше, ніж 25% від ваги;
- до 2040 року підготовка до повторного використання відходів та рециклінг не менше, ніж 35% від ваги.

Паралельно йде робота над секторами законодавства про відходи. Адже відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС Україна впроваджує Директиви ЄС у сфері управління відходами у національне законодавство для удосконалення системи управління відходами та переходу до циркулярної економіки, впровадженню ефективної ієрархії управління відходами та РВВ, а також

створенню дієвої системи планування управління відходами на національному, регіональному та місцевому рівнях [597].

Для забезпечення ефективності роботи з відходами в усіх галузях народного господарства до Верховної Ради України було розроблено та подано на розгляд п'ять ключових законопроектів:

Про управління відходами № 2207-1 від 16.10.2019 (на 10.05.2020 року, на етапі погодження з ЦОВВ) [598];

Про відходи електричного та електронного обладнання № 2350 від 30.10.2019 (на 10.05.2020 року, на етапі доопрацювання) [599];

Про батареї та акумулятори (на 18.03.2020 року, на етапі доопрацювання) [600];

Про упаковку та відходи упаковки від 03.02.200 (на 10.08.2020 року, проект на садії громадське обговорення, електронні консультації з громадськістю) [601];

Про відходи 2207-2 від 17.10.2019 (на 13.05.2020 року законопроект заслухано, висновком від 05.02.2020 Комітету Верховної Ради України з питань інтеграції України з Європейським Союзом встановлено невідповідність законопроекту вимогам ЄС) [602].

Спільне в усіх поданих законодавчих документах - виробників чекає цілковита відповідальність за управління відходами, що утворюються на всіх етапах споживання продукції. Система розширеної відповідальності виробника поширюватиметься щодо таких видів продукції: пакування, електричне та електронне обладнання, батареї, батареї та акумулятори, транспортні засоби, термін експлуатації яких закінчився, оливи, шини тощо.

Усі тексти законопроектів пройшли сотні кіл обговорень та експертних редакцій одна із версій рамкового закону «Про управління відходами» була схвалена попереднім урядом і зареєстрована у ВРУ. Але до тексту залишалися зауваження як в українській експертній спільноті, так і в експертів ЄС, які опікуються відповідністю нашого законодавства праву ЄС [598].

Законопроект № 2207-1 «Про управління відходами» містить низку безапеляційних положень, які слід залишати без змін для того, щоб він відповідав праву ЄС та мав можливість вирішити проблему відходів в Україні:

- ієрархія управління відходами;

- встановлення вимог до управління муніципальними та небезпечними відходами;
- розширена відповідальність виробника;
- встановлення вимог до розроблення та оцінки ефективності впровадження планів управління відходами;
- встановлення вимог до спалення відходів;
- реформування дозвільної системи за європейськими правилами;
- запровадження інформаційної системи управління відходами [598].

Положення про розширену відповідальність виробника – це створення механізмів, необхідних для фінансування дорогої та масштабної реформи системи управління відходами, що має перейти від моделі тотального захоронення до запобігання утворенню та максимального рециклінгу відходів.

Ієрархія управління відходами – це єдиний дієвий шлях розвитку системи управління відходами. Наприклад, якщо ми будемо нехтувати одним із етапів ієрархії, можемо зіткнутися із проблемами країн, які спалюють усе сміття (сміттєспалювальні заводи постійно потребують нової сировини і провокують збільшення маси сміття та забруднюють повітря). Відповідно до Ієрархії усі результати списання відходів відбуваються за участю еколога [604]. Процедура списання включає 5 обов'язкових і послідовних етапів оцінки:

1 етап – запобігання утворенню відходів. Слід зробити все необхідне, щоб під час списання товарно-матеріальних цінностей утворювалося будь-що, тільки не відходи (наприклад – вживаний товар реалізують зі знижкою);

2 етап – повторне використання. Необхідно залучити результати списання до виробничого процесу як сировину, матеріали, запчастини тощо;

3 етап – рециклінг (переробка). Пошук способів екологічно-безпечної переробки списаних відходів із метою отримання вторинних матеріальних ресурсів та прибутку;

4 етап – енергетичні ресурси. Пошук способів екологічно-безпечної переробки відходів із метою отримання енергетичних ресурсів та прибутку.

5 етап – видалення (захоронення на звалищі).

8.2 Аналіз нормативно-правового регулювання сфери поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, в ЄС

У ЄС поводження із відходами регламентується рядом законодавчих документів, які можна розділити на дві групи:

- програмні (Action Programmes - програми дій) – мають рамковий характер, визначають основні цілі у відповідній галузі для країн-членів ЄС на середньострокову і / або довгострокову перспективу (як правило, від 3 до 5 років, можуть охоплювати період і до 10 років);
- нормативні (договори, директиви, правила, нормативи) – як правило, є обов'язковими для виконання країнами-членами ЄС. Вони можуть носити як рамковий характер (Рамкова Директива «Про відходи»), так і стосуватися вирішення конкретних завдань (наприклад, регулювання допустимих норм викидів від сміттєспалювальних заводів, технології кінцевої утилізації відходів на полігонах та інше) [418].

Пріоритетною ціллю «Europe 2020 strategy» є «Resource efficient Europe», тобто ресурсоефективність Європи. Для досягнення поставленої мети слід відокремити економічне зростання від використання ресурсів, збільшити використання відновлюваних джерел енергії, модернізувати транспортний сектор та підвищити енергоефективність [605].

Основним документом ЄС під час поводження з відходами є Рамкова Директива 2008/98/ЄС «Про відходи» [418]. Директива направлена на встановлення основних правил поводження з відходами, що дозволять зменшити кількість захоронюваних відходів та забезпечити економію ресурсів завдяки їх повторному використанню та переробленню. Директива встановлює фінансові стимулюючі механізми з метою зменшення утворення відходів та зобов'язує утворювача відходів платити за шкоду, спричинену довкіллю та здоров'ю людей.

Предмет та сфера застосування Директиви. Директива запроваджує заходи захисту довкілля та здоров'я людини шляхом запобігання або зниження негативних наслідків від вироблення та управління відходами, а також зменшення загального впливу використання ресурсів та підвищення ефективності такого використання.

Зі сфери застосування цієї Директиви виключаються у межах, у яких вони охоплені законодавством Співтовариства,:

- стічні води;
- побічні продукти життєдіяльності тварин, у тому числі перероблені продукти, зазначені у Регламенті (ЄС) № 1774/2002 [605], за винятком тих, які призначені для спалювання, поховання або використання для біогазу чи компостування рослин;
- туші тварин, які померли не шляхом забою, включаючи тварин, вбитих для зупинення епізоотичних захворювань, і з якими слід поводитися відповідно до Регламенту (ЄС) № 1774/2002 [605];
- відходи, що утворилися в результаті розвідки, видобутку, обробки та зберігання мінеральних ресурсів та роботи каменоломень, як зазначено у Директиві Європейського Парламенту та Ради 2006/21/ЄС від 15 березня 2006 року «Про управління відходами видобувної промисловості» [606].

Директива 2008/98/ЄС «Про відходи» передбачає:

- акцент на максимальне повторне використання відходів, ресурсозбереження, заміщення первинних природних ресурсів (видобування корисних копалин) – вторинними;
- введення у законодавство і реалізацію п'ятиступеневої ієрархії відходів, категорії побічних продуктів, критеріїв кінця статусу відходів;
- регламентацію віднесення відходів до категорії небезпечних, розроблення списку відходів (List of waste), їх класифікацію;
- запровадження розширеної відповідальності виробника;
- планування управління відходами та запобігання їх утворенню;
- ведення публічних реєстрів суб'єктів підприємницької діяльності у сфері поводження з відходами [418].

Ця Директива [418] також передбачає запровадження чіткої ієрархії пріоритетів поводження з відходами (рис. 8.1): запобігання; підготовка до повторного використання; переробка; інший тип утилізації, наприклад, для відновлення енергії; ліквідація (видалення на звалища).

Заходи із *запобігання* утворенню відходів мають на меті розірвати зв'язок між економічним зростанням та екологічними наслідками. Такими заходами є економічні стимули (пільги, оподаткування та ін.), проведення освітніх кампаній.



Рисунок 8.1 - Ієрархії пріоритетів поводження з відходами згідно вимог Директиви 2008/98/ЄС [418].

Сенс підготовки до повторного використання полягає у заходах, які продовжують життя тих чи інших речей та дозволяють використовувати таку річ більше одного разу після її виготовлення.

Переробка таких відходів дозволяє економити сировину, зменшувати негативний вплив на довкілля як шляхом економії сировини, так і зменшення кількості відходів, які захоронюють на звалищах.

Якщо переробка і компостування відходів є недоцільними з технічних та економічних причин, в такому разі варто *утилізувати* сміття (в т.ч. шляхом відновлення енергії).

Директива вимагає встановлювати платежі за утилізацію відходів таким чином, щоб відображати реальні природоохоронні витрати, пов'язані з утворенням та поводженням з відходами. Іншою вимогою Директиви є впровадження принципу «забруднювач платить», що зобов'язує виробника та утримувача відходів поводитися з відходами таким чином, щоб гарантувати високий рівень захисту довкілля та здоров'я людини. Одним з механізмів впровадження цього принципу є розширена відповідальність виробника (РВВ). Це означає, що виробник несе відповідальність за переробку та утилізацію своєї продукції після її споживання. Такий підхід запровадили на початку 1990-х років деякі країни теперішнього Європейського Союзу – Німеччина, Швеція, Франція. Згодом цей принцип було визнано найкращим і впроваджено на рівні ЄС. На сьогодні таким принципом керується більшість країн світу, його впроваджують також країни Азії та Африки. На практиці втіленням принципу «забруднювач – платить» досягається дві основні мети: перша полягає у збільшенні ставки збору за утворення відходів і кількості переробленої вторинної сировини; друга – перекладає тягар фінансової відповідальності з громадян та органів державного самоврядування на виробника продукції, що стимулює екологізацію виробів з метою зниження їх негативного впливу на довкілля та людину [418].

Директива містить вимогу щодо складання Планів управління відходами та Програм запобігання утворенню відходів. Відомо, що основою будь-якого управління є якісне планування, котре має бути всеохоплюючим та поділятися на рівні: державне, регіональне і місцеве. Планування має на меті досягнути сталого управління відходами, дотримання принципів управління відходами та

містить чіткий аналіз потоків відходів і напрямків управління ними для розв'язання конкретних завдань щодо зменшення кількості відходів [418].

Запобіганню утворення відходів країни ЄС надають великого значення і з цією метою розробляють Програми запобігання утворенню відходів або ж питання запобігання утворенню відходів включено до розділів Плану поводження з відходами. Програми із запобігання утворенню відходів встановлюють конкретні цілі із запобігання утворенню відходів, містять опис існуючих заходів, спрямованих на запобігання утворенню відходів, та пропонують інші перспективні заходи, визначають кількісні та якісні критерії для заходів із запобігання утворенню відходів, контролюють та оцінюють прогрес заходів із запобігання, визначають конкретні якісні чи кількісні цілі й показники щодо зменшення обсягу відходів [418].

Директива зобов'язує вживати заходи для забезпечення високої якості переробки відходів і з цією метою запроваджує роздільне збирання для таких категорій відходів як папір, метал, пластик та скло [418].

Директива встановлює ряд найближчих цілей з метою зменшення обсягу утворення та захоронення відходів [418]:

– до 2020 року – підготовка до повторного використання та перероблення відходів, принаймні таких як папір, метал, пластик та скло з домогосподарств та, за можливості, з інших джерел, якщо їх потоки відходів подібні до відходів з домогосподарств, має бути збільшена щонайменше до 50 % за вагою;

– до 2020 року – підготовка до повторного використання, перероблення та інших видів утилізації матеріалу, включаючи операції засипання із використанням відходів замість інших матеріалів, безпечних будівельних відходів, за винятком природного матеріалу, визначеного в категорії 17 05 04 в списку відходів, повинна бути збільшена щонайменше до 70 % за вагою.

Директива [418] запроваджує Єдину в ЄС класифікацію відходів, в тому числі небезпечних. Така класифікація встановлена Рішеннями Комісії 2000/532/ЄС від 3 квітня 2000 року та 2014/955/ЄС від 18 грудня 2014 року про внесення змін до рішення 2000/532/ЄС про перелік відходів відповідно до Директиви 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради [607].

Директива [418] вимагає вжити заходів, щоб виробництво, збирання, перевезення, зберігання та оброблення небезпечних відходів проводились в

умовах, які забезпечують захист довкілля та здоров'я людей. Також має бути передбачено контроль за переміщенням небезпечних відходів на шляху від виробництва до пункту їх кінцевого призначення. Забороняється змішування небезпечних відходів з іншими відходами (виключення можуть застосовуватись лише щодо визначених випадків). Під час збирання, перевезення та тимчасового зберігання небезпечні відходи упаковують та маркують відповідно до міжнародних та чинних національних стандартів Співтовариства. Коли небезпечні відходи переміщуються в межах держави-члена, вони повинні супроводжуватись ідентифікаційними документами та містити дані, зазначені в Додатку IV до Регламенту (ЄС) № 1013/2006 [608].

Робота підприємств, які займаються переробкою відходів, можлива лише на підставі дозволу, у котрому має міститись інформація про вид та кількість відходів, які можуть бути оброблені для кожного з дозволених видів операцій – технічні чи інші вимоги стосовно місця розташування, що розглядається, заходи безпеки, що слід застосувати, методи, що використовуються для кожного виду операцій, перевірка та контроль, що необхідно здійснювати, тощо. Для отримання дозволу на спалювання або сумісне спалювання з утилізацією енергії встановлена вимога, щоб відновлення енергії відбувалося на високому рівні енергоефективності. Якщо вповноважений орган вважає, що запланований метод переробки відходів неприйнятний з точки зору безпеки довкілля, то може відмовити у видачі дозволу [418].

Установи чи підприємства, які проводять операції з оброблення відходів, які збирають або перевозять відходи на професійній основі та які продукують небезпечні відходи, повинні проходити належну періодичну перевірку, що проводять уповноважені органи [418].

Директива [418] вводить єдині визначення термінів і понять «відходи», «поводження», «утилізація», «побутові відходи» тощо. Загалом ця директива налічує 16 категорій відходів, на основі яких впроваджено єдиний Європейський каталог відходів [606], що періодично переглядається й оновлюється.

Також у Директиві [418] визначені основні принципи управління відходами, що регулюють діяльність суб'єктів господарювання в цій сфері. До них відносять: запобігання росту об'ємів утворення відходів та зниження ступеня

їх шкідливості; повторне використання та вторинна переробка, вилучення цінних компонентів з відходів; утилізація з метою отримання енергії; безпечне кінцеве розміщення відходів (застосовується в крайньому випадку, коли всі вищезазначені дії не є можливими).

Іншим визначальним принципом організації поводження з відходами, закріпленим у Директиві [418], є «відповідальність виробника». Виробники вже на стадії проектування продукції мають впроваджувати заходи щодо зменшення утворення відходів та брати активну участь у заходах з управління ними.

Зазначимо, що витрати на організацію прийому та розміщення відходів несуть виробники та власники відходів, які передають їх підприємствам із збирання і розміщення відходів за принципом «забруднювач платить». Незважаючи на це, згідно з Директивою [418] країни ЄС зобов'язані створити комплексну і розвинену мережу об'єктів розміщення відходів із урахуванням передових наукових та економічних технологій.

Директива 2008/98/ЄС [418], стосується поводження й з небезпечними відходами у положеннях стандартизації нормативно-правових актів держав Європейської Спільноти з контролю за управлінням небезпечними відходами. Директива забороняє змішувати між собою різні категорії небезпечних відходів.

Наступними важливими правовими актами ЄС у сфері управління відходами є директиви, присвячені переробці відходів та їх утилізації. Вимоги до знешкодження відходів та їх складування містить Директива «Про складування відходів» 1999/31/ЄС [160]. Вона має на меті суворими експлуатаційними і технічними вимогами зменшити або запобігти впливу відходів на довкілля.

Спалювання відходів регулюється кількома правовими актами, проте найбільше значення має Директива «Про промислові викиди» 2010/75/ЄС [363], яка замінила попередні директиви «Про спалювання» 2000/76/ЄС, «Про спалювання комунальних відходів» (89/369/ЄС, 89/429/ЄС), «Про спалювання небезпечних відходів» (94/62/ЄС) [594]. Головною метою цього документа є запобігання або мінімізація негативного впливу сміттеспалювальних підприємств на довкілля і здоров'я людей.

Директива ЄС 94/62 [161] «Про упаковку та відходи упаковки» вимагає від країн-членів Європейської спільноти розвитку технологій з переробки і

повторного використання упаковки та розробки механізмів її збору. Директивою введені стандарти щодо складу пакувальних матеріалів, якими передбачено обмеження вмісту важких металів. Відповідно до Директиви країни ЄС зобов'язані розробити плани відходів пакувальних матеріалів і регулярно звітувати про застосування встановлених норм у цій сфері.

Директива ЄС 96/59 [609] замінила Директиву ЄС 76/403 [594], у ній регулюється знезараження і захоронення всіх продуктів, що містять РСВ/РСТ (поліхлорбіфеніли / поліхлортерфеніли). Згідно вимог Директиви країни-члени ЄС мали до вересня 1999 року розробити плани щодо знищення РВС/РСТ, а до 2010 року припинити будь-які процеси з їх виробництва.

Директива ЄС 86/278 [610] регулює проблемні питання використання осадів стічних вод у сільському господарстві. Документ встановлює максимальні обмеження для концентрацій важких металів в осадах і ґрунтах, у місцях накопичення зазначених осадів, а також визначає умови використання стічних вод. Згідно з цією директивою здійснюється моніторинг осадів стічних вод та ґрунтів, забруднених важкими металами.

Регламентом Комісії (ЄС) № 1774/2002 [605] передбачені гігієнічні норми для захоронення і переробки відходів тваринництва.

Питання транспортування відходів в країнах ЄС вирішує Регламент (ЄС) № 1013 «Про перевезення відходів» [608].

Загалом за предметом регулювання сфери поводження із відходами нормативно-правові акти ЄС поділяють на III групи: I - акти, які регулюють визначені операції поводження з відходами; II - акти, які регулюють поводження з окремими видами відходів; III - акти, які регулюють переміщення відходів.

I - до актів регулювання визначених операцій поводження з відходами належать:

- Директива 1999/31/ЄС «Про захоронення відходів»;
- Директива 2006/21/ЄС «Про управління відходами видобувної промисловості»;
- Директива 2004/35/ЄС «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди» [611];

- Директива 2012/18 «Про попередження важких аварій» [612];

II - до актів, які регулюють поводження з окремими видами відходів, стосується:

- Директива 95/157/ЄС «Про видалення відходів, які містять поліхлорбіфеніли і поліхлортерфеніли» [609];
- Директива 2012/19/ЄС «Про відходи електричного та електронного обладнання [613];
- Директивою 2006/66/ЄС «Про батарейки і акумулятори та відпрацьовані батарейки і акумулятори» [614] .

III - до актів, які регулюють переміщення відходів, відносять:

- Регламент Ради 1013/2006 ЄС «Про перевезення відходів» [608];
- Регламент Ради 1420/1999/ ЄС «Про встановлення спільних правил та процедур із переміщення певних типів відходів до певних країн» [615];
- Директива 94/62/ ЄС «Про упаковку та відходи упаковки» [161].

Зазначені нормативно-правові документи становлять основу системи управління відходами у країнах-членах ЄС. Вони є правовим інструментом у боротьбі зі зростаючим в європейських країнах об'ємом відходів.

За результатами досліджень доцільності переробки 21 типу матеріалів, проведеного The Department of Environment, Climate Change and Water NSW від 2010 року, встановлено, що «переробка є екологічно вигідною». Так, провідні країни світу обґрунтували економічну та екологічну доцільність законодавчого зобов'язання повторно використовувати відходи, забезпечувати утилізацію тари підприємством-виробником продукції тощо. Найбільш оптимальним шляхом вирішення проблеми відходів визнано рециклінг [616].

Дослідження «Environmental benefits of recycling – 2010», яке проведене в рамках Програми дій по відходах та ресурсах (WRAP; Waste & Resources Action Programme), підтверджує висновок, що «переробка паперу / картону, пластмаси та біополімерів за більшістю показників дає більше екологічних переваг, ніж інші варіанти поводження з такими типами відходів» [617].

Використання вторинних ресурсів у країнах ЄС доводить свою еколого-економічну ефективність. Зокрема, в Греції впроваджено проект інтегрованої системи збору для забезпечення «регенерації відходів мастил» («waste lube oils»

– WLO). Завдяки цьому проекту низка грецьких заводів припинила імпорт сировини, позаяк кількість регенованого мастила виявилась достатньою для задоволення потреб виробників [618].

У Італії та Іспанії впроваджено проекти очищення стічних вод текстильних, шкіряних фабрик із метою подальшого використання підприємствами та для потреб сільського господарства. Дані технології знизили споживання фабриками води на 40 %, а також техногенне навантаження на водні ресурси. Завдяки впровадженню технологій очищення стічних вод питна вода стала доступною в деяких районах країн [619].

Найбільш масштабним проектом Європейського Союзу, з точки зору боротьби зі зменшенням кількості небезпечних відходів, є приєднання до проекту ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor program), яким передбачено створення міжнародного експериментального термоядерного реактора, що виробляє електроенергію ядерним синтезом. Такий спосіб отримання енергії, на відміну від енергії, що отримується від звичайних АЕС, не продукує небезпечних радіоактивних відходів [65,619].

Країни ЄС значну увагу приділяють підтримці та просуванню на ринку продукції виробленої з вторинної сировини. Проте рентабельність виробництва такої продукції часто поступається за економічними показниками екологічній цінності та значущості. Однак впровадження технологій із рециклінгу вторинної сировини знаходить активну підтримку як на державному рівні, так і серед громадськості, що позитивно впливає на розвиток переробної галузі вторинних матеріалів (рис. 8.2).

Особлива увага країн-членів ЄС та країн із розвиненою туристичною індустрією останнє десятиліття приділена відходам упаковки та пакування, що становить до 60 % від об'єму усіх муніципальних відходів. На основі аналізу літературних джерел [7-9,83-85,620,621] встановлено, що перелік заходів стимулювання вирішення проблеми відходів полімерної упаковки в світі варіює від плати за полімерні пакети (Данія, Ірландія, Шотландія, Японія, Латвія) штрафу за розповсюдження в 2000 \$ (Індія, Сінгапур, Австралія, Канада, ОАЕ, Єгипет, Італія, Франція, Іспанія, Німеччина) аж до ув'язнення до 10 років (Південна Африканська республіка, Індія, Сінгапур, Занзібар).

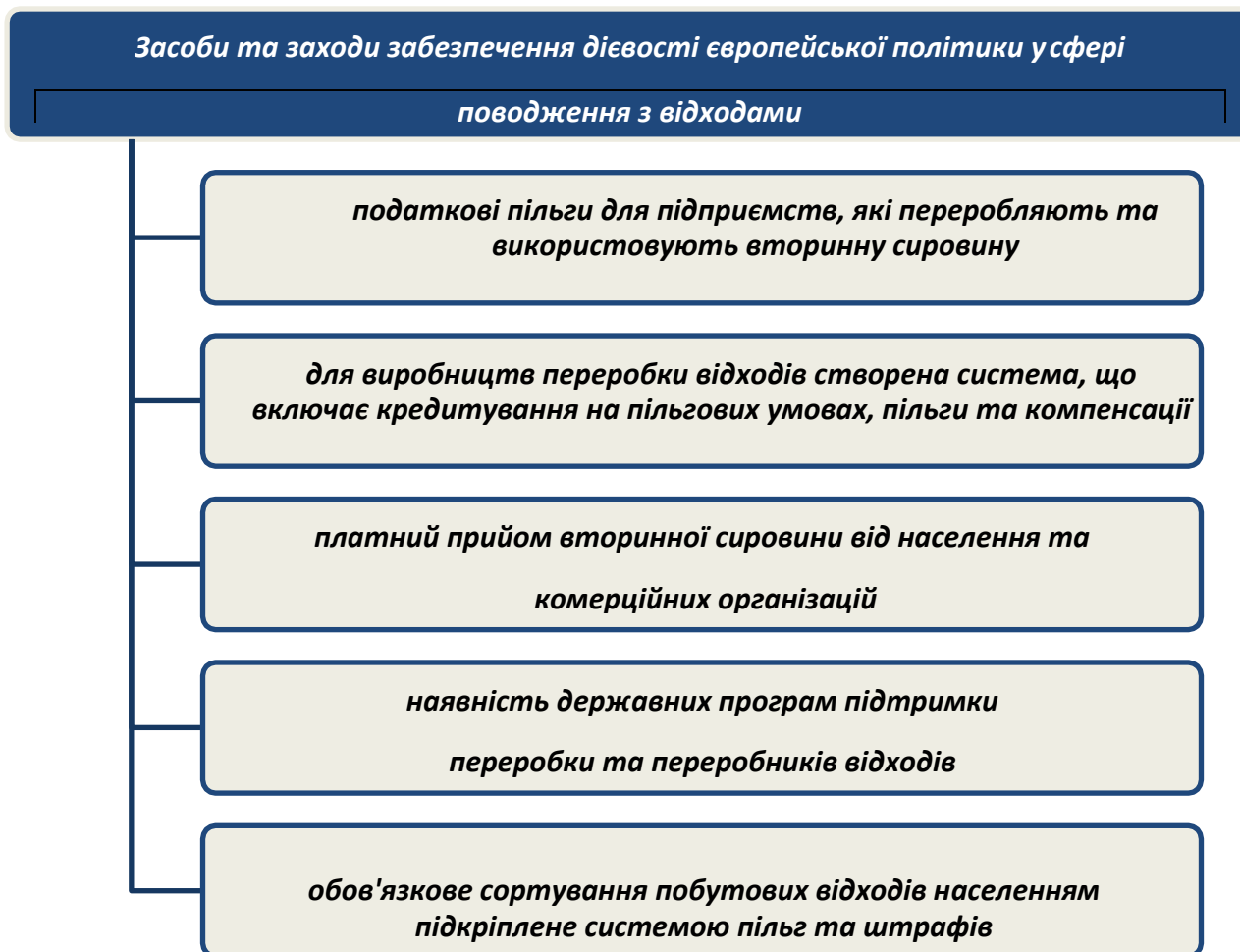


Рисунок 8.2 – Засоби і заходи забезпечення дієвості європейської політики у сфері поводження з відходами

Згідно Директиви 94/62/ЄС «Про упаковку і пакувальні відходи» до пакувальних відходів належать відходи від усіх продуктів, вироблених із матеріалів будь-якої природи і використовуваних для надання форми, захисту, зручності поводження, доставки і презентації товарів від сировини і до готової продукції від виробника до споживача [161].

У відповідності до Директиви країни-члени ЄС повинні:

- зменшити кількість пакувальних відходів (наприклад, шляхом обмеження упаковки споживчих товарів);
- стимулювати повторне використання, відновлення або переробку відходів упаковки і дотримуватися встановлених норм з відновлення та переробки;
- використовувати повторно пакувальні матеріали, котрі можна використати повторно екологічно безпечним способом;

- здійснювати заходи для повернення і/або збирання використаної упаковки споживачем та іншим кінцевим користувачем або з метою вилучення їх з об'єму відходів для подальшого найбільш прийняттого шляху поводження з відходами. Вживати заходів для повторного використання або відновлення, зокрема перероблення упаковки і/або її збирання. За умови реалізації цих заходів, завдання Директиви будуть виконані, а система заходів буде відкритою для участі суб'єктів економіки відповідних галузей і компетентних органів [418].

Директива 2012/19/ЄС «Про відходи електричного й електронного обладнання». Країни учасниці Європейського Союзу використовують усі можливі інструменти для заохочення виробників на розробку і випуск електричного й електронного обладнання із врахуванням можливостей демонтажу і відновлення, а також повторного використання і переробки обладнання, його компонентів і матеріалів [613].

Також у Директиві наведено, що країни-члени повинні вживати необхідні заходи для зменшення кількості відпрацьованого обладнання в міських відходах і досягти високого рівня роздільного збирання такого обладнання. Директива визначає, що мінімальний показник роздільного збирання електронного та електричного обладнання має становити в середньому 4 кг на 1 особу за рік та встановлює цільові показники із переробки і відновлення, що змінюються залежно від категорії обладнання [613].

Директива 2006/66/ЄС «Про батареї та акумулятори, які містять певні небезпечні речовини», із змінами, внесеними Директивою 98/101/ЄС, спрямована на попередження і зменшення забруднення, а в міру можливості і повної ліквідації забруднення та забезпечення раціонального використання сировинних ресурсів. У Директиві використано принцип «забруднювач платить», таким чином регулює поводження з акумуляторними батареями [614].

Директива 2008/98/ЄС «Про відходи» визначає специфічні вимоги для небезпечних відходів. Лише у виняткових випадках відходи можна змішувати, якщо таке змішування екологічно доцільне або сприяє підвищенню рівня безпеки під час знищення або відновлення відходів [418].

Директива 1999/31/ЄС «Про складування відходів» містить низку суворих експлуатаційних і технічних вимог, покликаних зменшити вплив відходів на навколишнє природне середовище. Положення Директиви встановлюють і

забезпечують дотримання правил із розміщення відходів на звалищах, а також вимог щодо їх переробки; регламентують створення системи дозволів на діяльність звалищ; окреслюють обов'язки операторів звалищ.

Директива 76/403/ЄС замінена Директивою 96/59/ЄС «Про регулювання знезараження і захоронення відходів, які містять поліхлорбіфеніли і поліхлортерфеніли». Згідно з директивою, всі виробники вище згаданих речовин мають перебувати на обліку та повинні проходити інвентаризацію [609].

Регламент Комісії (ЄС) № 1774/2002 «Про санітарні правила по відношенню до побічних продуктів тваринного походження, що не призначення для вживання людиною» відповідно до Директиви 90/667/ЄС зорієнтована на знищення відходів, заражених "коров'ячим сказом" (BSE) [605].

Регламент Радт 1013/2006 ЄС «Про перевезення відходів» регулює переміщення, ввезення та вивезення відходів у межах країн-членів Європейської спільноти. Відповідно до вимог Директиви для організації і здійснення внутрішніх перевезень відходів територією однієї з країн ЄС всі інші країни-члени ЄС зобов'язані забезпечити розробку і впровадження системи нагляду і контролю, яка має бути складовою частиною єдиної системи, що існує в ЄС [608].

Директива 2004/35/ЄС «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди» встановлює перелік екологічних вимог для промислових підприємств, необхідних для отримання дозволу на провадження діяльності. Країни ЄС, через відповідні органи, зобов'язані запровадити необхідні заходи, котрі гарантують, що в ході своєї роботи підприємства повинні:

а) дотримуватись і вживати всіх необхідних запобіжних заходів для запобігання забрудненню довкілля шляхом застосування передових маловідходних та ресурсозберігаючих технологій;

б) спричиняти мінімальний негативний вплив на довкілля;

в) запобігати утворенню відходів відповідно до Директиви 2008/98/ЄС «Про відходи»;

г) переробляти відходи або, якщо це неможливо з технічних чи економічних причин, утилізувати їх із мінімальною шкодою для довкілля [611].

Окрім наведених нормативно-правових документів із питань регулювання дій із відходами, в міжнародному праві передбачено низку нормативно-правових актів, які стосуються відповідальності за неправомірну діяльність у сфері поводження з відходами.

Конвенція Лугано 21/06/93 «Про цивільну відповідальність за збиток від діяльності, небезпечної для довкілля» прийнята в ЄС у 1993 р. Конвенція охоплює врахування збитків від ключових видів народногосподарської діяльності, у тому числі транскордонних. Метою конвенції є забезпечення адекватної компенсації за збитки довкіллю від небезпечних речовин. Окрім цього, Документ враховує збитки (шкоду довкіллю, приватній, майновій, культурній спадщині і ландшафтам), викликані генетично модифікованими організмами або мікроорганізмами, і під час поводження з відходами [622].

Протокол «Про відповідальність і компенсацію за шкоду, заподіяну в результаті транскордонного перевезення небезпечних відходів та їхнього видалення» (ратифікований в Україні Законом № 1672-VI (1672-17) від 22.10.2009 р.) забезпечує дотримання повної матеріальної відповідальності, її належної та оперативної компенсації за шкоду, котра заподіяна внаслідок транскордонного перевезення небезпечних відходів та їх видалення, зокрема незаконного обігу цих відходів [623].

Директива 2012/18/ЄС «Про попередження важким аваріям» (Seveso III), яка замінила директиву 96/82 з метою підтримки і подальшого підвищення існуючого рівня захисту від техногенних катастроф, шляхом підвищення ефективності, коли це можливо, шляхом скорочення зайвих адміністративних бар'єрів за допомогою упорядкування та спрощення, за умови, якщо це не чинитиме негативного впливу на безпеку довкілля та на захист життя людей, регламентує, що Держави-члени повинні встановити правила щодо штрафних санкцій, які застосовують за порушення положень національного законодавства, прийнятого відповідно до цієї Директиви, а також забезпечити їх імплементацію. Такі штрафні санкції повинні бути ефективними, пропорційними і мати стримуючий вплив [624].

Директива 2004/35 ЄС «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди» встановлює для

попередження та ліквідації наслідків екологічної шкоди межі екологічної відповідальності, які базуються на принципі "забруднювач-платить" (стаття 1). У відповідності до Директиви компетентний орган має право порушити проти «забруднювача» або, залежно від конкретного випадку, проти третьої сторони, що спричинила шкоду або неминучу загрозу шкоди, справу про відшкодування витрат на заходи, для ліквідації чи запобігання шкоди, котрі було вжито на підставі даної Директиви. Відшкодування витрат стягують протягом п'яти років, починаючи із дня завершення заходів або з дня, коли було визначено відповідального за забруднення або третю сторону (стаття 10) [611].

8.3 Порівняльний аналіз нормативно-правової бази поводження з полімерними відходами України та країн-членів ЄС

Дослідженням екологічних та правових проблем твердих побутових відходів присвячено чимало робіт українських науковців. Так, питання управління та поводження з відходами глибоко розкриті в публікаціях Петрука В.Г., Васильківського І.В., Кватернюка С.М., Романів М.В, Станкевича В.В. Проблемами утилізації відходів, рециклінгу та їх економічними аспектами займаються Виговська В.П., Гінайло В.О., Ігнатенко О.П., Лимаренко В.О., Міщенко В.С. Дослідженням питань правового регулювання поводження з побутовими відходами займалися Міщенко В.С., Байцар Р.І., Зерук В.А., Станкевича В.В. Аналіз стану звалищ ТПВ, вплив відходів на довкілля досліджували Білик Г.С., Калашник Я.Ю., Медведєва О.І.

Для наукового обґрунтування концептуальних підходів із вдосконалення нормативно-правової бази України у сфері поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, проведено порівняльний аналіз нормативно-правових та законодавчих актів України та членів-країн ЄС, котрий наведено в табл. 8.2.

Порівняльний аналіз нормативно-правової бази поводження з відходами дозволив встановити, що основними принципами державної політики у сфері

поводження з відходами в Україні є пріоритетний захист довкілля та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку (Закон України «Про відходи»). В Україні на даний час вже сформована програмна політика поводження з відходами, з врахуванням національних особливостей, яка в порівнянні з країнами ЄС має досить низький рівень відповідності.

Таблиця 8.2

Порівняльний аналіз нормативно-правової бази України та ЄС, яка стосується поводження з полімерними відходами

Закони та законодавчі документи ЄС	Закони та законодавчі документи України
Директиви 1999/31/ЄС «Про захоронення відходів на полігоні»	Ст. 18,33 Закону України «Про відходи». Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-ХІІ. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 № 4004-ХІІ, Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-ІІІ. Наказ Мінбуду від 10.01.2006 р. №5 «Про затвердження Рекомендацій з удосконалення експлуатації діючих полігонів та звалищ ТПВ». Наказ Мінбуду від 30.11.2006 р. №396 «Про затвердження Методики впровадження двоетапного перевезення ТПВ». Наказ Мінжитлокомунгоспу від 05.08.2008 р. №242 «Про затвердження Методичних рекомендацій з організації роздільного збирання ТПВ». Постанова Кабінету Міністрів України від 10 грудня 2008 р. № 1070 «Правила надання послуг з вивезення побутових відходів» із внесеними змінами та доповненнями. «Порядок ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів» затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 31.08.1998 № 1360. «Інструкція про зміст і складання паспорта місць видалення відходів» затверджена Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 14 січня 1999 року № 12. «Порядок ведення реєстру місць видалення відходів» затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1216. «Правила експлуатації полігонів побутових відходів» Наказ Міністерства з питань житлово-комунального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435. «Правила експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами» Наказ Міністерства з питань житлово-комунального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 04.05.2012 № 196. «Порядок ведення реєстру місць видалення відходів» затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 № 1216. «Порядок формування тарифів на послуги з вивезення побутових відходів» затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 08.07.2009 № 692. «Положення про Державну екологічну інспекцію України» затверджена Указом Президента України від 13.04.2011 № 454/2011.

Закони та законодавчі документи ЄС	Закони та законодавчі документи України
<p>Директиви 2008/98/ЄС «Про відходи»</p>	<p>Закон України «Про відходи». Закон України від 21.01.2010 р. «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у сфері поводження з відходами». Закон України «Про житлово-комунальні послуги» від 09.12.2017 № 2189-VIII. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 № 255/95-ВР. Закон України «Про центральні органи виконавчої влади» від 17 бер. 2011 № 3166-VI. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-XII. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 № 4004-XII, Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-III. Постанова Кабінету Міністрів України від 04.03.2004 р. №265 «Про затвердження Програми поводження з ТПВ». Постанова Кабінету Міністрів України від 1 листопада 1999 р. № 2034 «Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів». Постанова Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1217 «Про затвердження Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів». «Положення про Державну екологічну інспекцію України» затверджене Указом Президента України від 13.04.2011 № 454/2011. «Положення про Державну санітарно-епідеміологічну службу України» затверджене Указом Президента України від 06.04.2011 № 400/2011. «Методика роздільного збирання побутових відходів» затверджена Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 № 133. «Порядок ведення державного обліку та паспортизації відходів» затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 01.11.1999 № 2034. «Порядок подання декларації про відходи та її форми» затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 18.02.2016 № 118. «Про затвердження ліцензійних умов провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами» затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 13.07.2016 № 446.</p>
<p>Директива 94/62/ЄС «Про упаковку та відходи упаковки»</p>	<p>Проект закону «Про упаковку та відходи упаковки»</p>
<p>Директива 2008/98/ЄС «Про відходи» та Регламенти (ЄС) № 1013/2006, Регламент Ради 1420/1999/ЄС контролюють переміщення відходів; проводять нагляд і контроль за переміщенням відходів; ввезення та вивезення відходів за межі ЄС; встановлюють спільні правила та процедури із переміщення певних типів відходів до певних країн.</p>	<p>Ст. 18 ЗУ «Про відходи», Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 № 255/95-ВР. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-XII. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 № 4004-XII, Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-III. «Правила надання послуг з вивезення побутових відходів» постанова КМУ від 10.12. 2008 № 1070, Постанова Кабінету Міністрів України від 10.12.2008 р. № 1070 «Правила надання послуг з вивезення ТПВ» із внесеними змінами та доповненнями, Постанова Кабінету Міністрів від 16.11.2011 р. № 1173 «Питання надання послуг з вивезення ТПВ». Постанова Кабінету Міністрів України від 10.12.2008 р. №1070 «Про затвердження критеріїв оцінки ступеню ризику від провадження господарської діяльності у сфері благоустрою населених пунктів, галузі поховання і сфері вивезення побутових відходів та визначення періодичності здійснення планових заходів державного нагляду (контролю)». «Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів» затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. № 1120.</p>

<p>Директива 2010/75/ЄС «Про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення)», яка замінила попередні директиви «Про спалювання» 2000/76/ЄС, «Про спалювання комунальних відходів» (89/369/ЄС, 89/429/ЄС), «Про спалювання небезпечних відходів» (94/62/ЄС)</p>	<p>Ст. 20 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», ст. 8, 11 Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки». Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 № 4004-ХІІ, Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-ІІІ.</p>
<p>Директива 76/403/ЄС «Про знезараження і захоронення відходів, які містять поліхлорбіфеніли і поліхлортерфеніли»</p>	<p>Немає</p>
<p>Директива 2012/19/ЄС «Про відходи електричного та електронного обладнання, Директивою 2006/66/ЄС «Про батарейки і акумулятори та відпрацьовані батарейки і акумулятори»</p>	<p>Постанова Кабміну від 10.03.2017 № 139 «Про затвердження Технічного регламенту обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні» Проект Закону Про відходи електричного та електронного обладнання № 2350 від 30.10.2019. Проект Закону Про батареї та акумулятори 2352 від 30.10.2019</p>
<p>Регламентом Комісії (ЄС) № 1774/2002 передбачені гігієнічні норми для захоронення і переробки відходів тваринництва</p>	<p>Ст. 18 Закону України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної небезпечної продукції», Закон України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною».</p>
<p>Регламент (ЄС) № 1774/2002 «Про туші тварин, які померли не шляхом забою, включаючи тварин, вбитих для зупинення епізоотичних захворювань»</p>	<p>Ст. 46 Закону України «Про ветеринарну медицину», Ст. 5-8, 18 Закону України «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної небезпечної продукції»</p>
<p>Директива 2006/21/ЄС «Про управління відходами видобувної промисловості»</p>	<p>Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820-р; Кодекс України про надра від 27.07.1994, Гірничий закон України від 6.10.1999, Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»</p>
<p>Класифікація відходів, в тому числі небезпечних згідно Директиви 2008/98/ЄС «Про відходи», Рішень Комісії 2000/532/ЄС та 2014/955/ЄС</p>	<p>Державний класифікатор відходів ДК 005-96</p>
<p>Конвенція Лугано 21/06/93 «Про цивільну відповідальність за збиток від діяльності, небезпечної для довкілля» прийнята в ЄС у 1993 р. Директива 2004/35 ЄС «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди»</p>	<p>Ст. 68, 69, 70 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Порядок встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього середовища і стягнення їх визначається Кабінетом Міністрів України (Постанова КМУ № 303 від 01.03.99 з доповненнями від 01.07.02 та Постанова КМУ № 402 від 28.03.03 «Про внесення змін у додаток 1 до Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору»). Кошти від стягнення зборів надходять до місцевих бюджетів та Державного фонду охорони навколишнього природного середовища і спрямовуються на виконання робіт з відтворення, підтримання різних природних ресурсів у належному стані (ст. 46 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», ст. 16, 17 Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»</p>

Закони та законодавчі документи ЄС	Закони та законодавчі документи України
Директива ЄС 86/278 «Про використання осадів стічних вод у сільському господарстві»	Ст. 39 Закону України «Про охорону земель». Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 № 4004-ХІІ. Наказ Мінрегіон України «Про затвердження Порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів ГДК забруднюючих речовин» №341 від від 22.01.2019 року.
Директива 2012/18/ЄС «Про попередження важким аваріям»	Ст. 66 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища». Ст. 9-14 Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки». Постанова Кабінету Міністрів України від 29.02.2012 р. №306 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки». «Про комплекс заходів щодо вдосконалення проведення моніторингу довкілля та державного регулювання у сфері поводження з відходами в Україні» затверджений Указом Президента України № 572 від 25 квітня 2013 року.

Висновки до розділу 8

Враховуючи, що в даний час обсяги утворення відходів продовжують зростати, а повноцінний статистичний облік відходів не ведеться, застосування норм міжнародного права і позитивного міжнародного досвіду, дозволить успішно реалізовувати проекти і програми поводження з побутовими відходами, до складу яких входять полімери, і формувати ефективні підходи управління ними.

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях:
[15,89,569,619-621].

РОЗДІЛ 9.

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ, ДО СКЛАДУ ЯКИХ ВХОДЯТЬ ПОЛІМЕРИ

Прийнята в 2017 році Національна стратегія з управління відходами постановила, що обсяг захоронення твердих побутових відходів на полігонах повинен скоротитися з 95 % (у 2016 році) до 50 % в 2023 році і до 30 % в 2030 році. Однак фактичний і запланований показники в реаліях відрізняються: кількість похованих відходів в 2018-му зменшилася всього на 1,2 %; а у 2019-му- на 1,6 %. На думку експертів галузі, ситуація в сфері поводження з відходами кардинально не зміниться, допоки сортування та переробка відходів не стануть прибутковими для інвесторів [4].

Щоб запропонувати нові концептуальні підходи до вдосконалення нормативно-правової бази у сфері поводження з ТПВП слід було визначити місце України серед інших країн за рівнем розвитку системи управління ТПВ. Для цього на основі літературних та інтернет-джерел [2,9,84,85,105,108,113,115, 225,229,360,569,619,625-630] нами згруповано країни- члени ЄС та СНД за результатами аналізу їх рівня розвитку системи поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, котрий представлено у вигляді таблиці 9.1.

Згідно Директив ЄС, поводження з ТПВП перш за все, зводиться до мінімізації їх утворення, а поховання на полігоні має бути останнім методом поводження та застосовуватись виключно до таких відходів, які біологічно не розкладаються чи не можуть бути використані як вторинна сировина й перероблені в енергію.

У скандинавських та інших країнах, в яких сфера поводження з відходами є найбільш ефективною, на полігони ТПВ потрапляє менше 5 %. Із відходів вилучають практично все, а в Україні на звалища потрапляє більше 93 % (дані за 2019 рік). При цьому закон "Про відходи" ще з 1 січня 2018 року забороняє захоронювати на полігонах неперероблені ТПВ.

Групи країн за рівнем розвитку системи поводження з ТПВП, до складу яких входять полімери

Група	Країни	Примітка
Дуже високий рівень розвитку системи поводження з ТПВ	Бельгія, Швеція, Нідерланди, Норвегія, Швейцарія, Австрія, Німеччина	Особливістю цих країн є порівняно високі витрати на базові послуги щодо поводження з відходами - від 70 євро до 100 євро за тону ТПВ, податки за поховання - від 60 євро до 100 євро за тону. Держава субсидує підприємства з переробки відходів, покриваючи від 50 % до 100 % всіх витрат. Індустрія утилізації відходів даних країн представляє складну систему поділу ТПВ за фракціями і майже повну їх переробку з мінімальним рівнем негативного впливу на навколишнє природне середовище. Якісне сортування ТПВ в місцях їх утворення дозволяє використовувати в якості вторинної сировини від 40 % до 65 % відходів, а наявність ССЗ заводів дозволяє не тільки перетворювати в енергію від 35 % до 50 % ТПВ, які утворюються в країні, а й імпортувати щорічно понад 35 кг на особу для подальшої утилізації
Високий рівень розвитку системи поводження з ТПВ	Данія, Фінляндія, Франція, Великобританія, Ісландія, Італія, Естонія	<p>Данія з кращими показниками по захороненню та утилізації знаходиться поруч із верхньою межею кластера з перспективою перейти у найвищу групу. Фінляндія також знаходиться поблизу верхньої межі, але на відміну від Швеції і Норвегії, що досягли майже повної утилізації відходів з наявністю 17 і 33 сміттєспалювальних заводів відповідно, має в своєму розпорядженні поки 9 заводів і захоронює 17 % ТПВ. У країнах групи відносно висока плата за вивезення відходів, наприклад у Фінляндії платять від 100 євро до 300 євро на рік за вивезення вмісту контейнерів та до 10 євро за кожен контейнер.</p> <p>На 2-му місці в групі по частці поховання ТПВ знаходиться Естонія, яку за масштабами ВВП на особу можна порівняти з Росією. Завдяки будівництву сучасного ССЗ і успішному впровадженню принципів мінімізації та сортування ТПВ Естонія захоронює всього 8 % відходів і має можливість щорічно імпортувати до 25 кг відходів на особу для подальшої утилізації. Податки за поховання відходів від 30 євро до 90 євро за тону, причому за захоронення ТПВ на несанкціонованих звалищах платять майже в 4 рази більше, ніж на санкціонованих.</p>
Середній рівень розвитку системи поводження з ТПВ	Португалія, Чехія, Іспанія, Угорщина, Польща, Литва, Латвія, Болгарія, Словенія, Словаччина, Хорватія, Греція	Відмінність даної групи від перших двох у відносно високій частці відходів, які захоронюють (від 40 % до 75 %) і низькому податку на їх поховання, що становить від 10 євро до 30 євро за тону. Частка спалюваних ТПВ не перевищує 20 % внаслідок недостатньої кількості або відсутності ССЗ. В умовах обмеженості площ, під організацію полігонів, дана ситуація пояснюється недостатністю коштів на реалізацію проектів із будівництва ССЗ, які відповідають сучасним екологічним вимогам. Відповідність жорстким екологічним вимогам є особливо важливою для країн із розвиненою туристичною індустрією. Португалія, Чехія та Італія володіють технологічним потенціалом для переходу на вищий рівень розвитку за умови успішної реалізації стратегії щодо зниження частки захоронення ТПВ до 35%.

Група	Країни	Примітка
Низький рівень розвитку системи поводження з ТПВ	Україна, Білорусь, Росія, Кіпр, Мальта, Македонія, Румунія, Туреччина, Чорногорія, Сербія, Боснія	До цієї групи входять країни з найвищим рівнем частки ТПВ, від 75 % і вище, котрі захоронюють на полігонах і звалищах. Стримують розвиток галузі вторинної переробки ТПВ наступні чинники: низькі витрати на захоронення відходів від 9 євро до 12 євро / т, відсутність системи економічних стимулів, які б заохочували домогосподарства до роздільного збору ТПВ, нерозвиненість супутньої інфраструктури. Все це призвело до того, що Росія, Кіпр і Мальта, рівень економічного розвитку яких відповідає країнам більш високого рівня управління ТПВ, не можуть реалізувати свої можливості з розвитку індустрії утилізації відходів

Насправді те, що приходить на полігон, вже відсортовано. Із загального обсягу твердих побутових відходів максимум 5 % представляють собою товарну позицію, тобто те, що можуть прийняти пункти прийому вторинної сировини і переробити. Вся інша суміш нікому не потрібна.

Можна переробити ці відходи в енергію, але в Україні немає необхідної кількості підприємств, крім столичного заводу "Енергія". Тому і отримуємо такий великий відсоток поховання відходів на полігонах.

За даними Мінрегіонрозвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 4,2 % полігонів ТПВ в Україні переповнені, 16 % не відповідають нормам екологічної безпеки, а 30 % потребують паспортизації [164].

Окрім цього, чверть населення до цього часу не охоплена послугою з вивезення відходів, тому щорічно утворюється близько 26 тисяч стихійних звалищ ТПВ.

Вартість будівництва нових полігонів і сміттепереробних комплексів становить від десятків мільйонів гривень до десятків мільйонів доларів, тому знайти в місцевому бюджеті фінансові потоки, з яких знову повернути до столиці, практично нереально. Незважаючи на те, що ЗУ "Про житлово-комунальні послуги" регламентує, що з 01.06.2019 року українці повинні сплачувати, окрім послуг із поховання та вивезення відходів, ще й за їх переробку, місцева влада не поспішає встановлювати нові економічно обґрунтовані тарифи, котрі можуть становити від 100 грн. до 200 грн. з особи на місяць. Владні очільники не безпідставно побоюються, що це може призвести до

масової відмови населення оплачувати такі суми за вивезення відходів, таким чином можна втратити і ті кошти, що отримують зараз.

Найбільш оптимальним рішенням, на думку учасників сфери поводження з відходами, стало б введення на законодавчому рівні норми про розширену відповідальність виробників (РВВ) тари і упаковки або екологічного податку. Але законопроекти, що подані на розгляд, до цього часу не пройшли всі належні правові кола і не влаштовують експертів Представництва ЄС в Україні, Європейської бізнесасоціації, Американської торговельної палати, Всеукраїнської аграрної ради і інших представників бізнесу.

Один з пріоритетних механізмів в ієрархії поводження з відходами, яку встановлюють європейські директиви, - впровадження роздільного збору ТПВ, до складу яких входять полімери. Мінрегіон повідомляє про щорічне збільшення числа населених пунктів, у яких реалізується такий метод: з 822 населених пунктів в 2017-му до 1181 в 2019 році (всього 4 % від загального). При цьому уряд очікує, що вже через 3 роки відсортовано викидати відходи повинні не менше 23 % населення, а кількість перероблених відходів досягне 15 %, сміттєспалювальних заводів 15 (на кінець 2018 мало бути 3, а є, як і було – 1) [164].

Експерти відзначають, що користь від контейнерів для роздільного збору вторинної сировини для переробних підприємств в Україні перебільшена.

По-перше, зараз і так все сміття сортують особи без певного місця проживання, вилучаючи із смітєвих контейнерів усе корисне, що приймають у пунктах прийому вторинної сировини.

По-друге, не слід розраховувати, що до питання роздільного збору відходів населення буде підходити відповідально і контейнери наповнюватимуть виключно за призначенням. Для порівняння, навіть у дисциплінованій Німеччині наразі максимум 35 % побутових відходів збирається роздільно в різні контейнери, все інше - викидають в загальний "чорний контейнер" [108]. В Україні за чинними тарифами організувати роздільний збір відходів не вигідно, бо ціни на вторинну сировину, котрі пропонують наші підприємства, не покривають витрат на закупівлю смітєвих баків і організацію перевезення відходів (табл. 9.2). Окрім цього, ще до потрапляння на сортувальну станцію особи без певного місця проживання з відходів вибирають всі цінні компоненти.

Вартість вторинної сировини за її видами (дані отримані з пунктів прийому вторсировини м. Івано-Франківськ)

Назва вторинної сировини	Вартість
Макулатура	1 грн. / кг
Бите скло	0,5 грн. / кг
Жерстяні банки	0,16 грн. / шт.
Полімери (ПЕТФ-пляшка)	3 грн. / кг

За підрахунками екологів, в ТПВ в середньому може міститися до 40 % цінних матеріалів. Але з огляду на те, що в Україні основна маса відходів потрапляє в "загальні" контейнери, потенційна вторинна сировина псується й забруднюється, тому реальна кількість цінних ресурсів коливається в межах від 5 % до 10 %. За даними Державного підприємства "Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства" навіть зібрані окремо відходи доведеться ще раз відсортовувати на підприємствах. До прикладу, для різного виду пластика застосовують різні технології переробки, тому його необхідно розділити за типом і кольором. Окрім цього, не всі полімерні відходи переробляють. З 1000 видів тари і упаковки як вторинні ресурси затребувані не більше 40 видів, а все інше- потенційні відходи, що можна утилізувати або спалюванням, або захороненням на полігонах [2,7,158].

У підсумку - вітчизняної вторинної сировини не вистачає для завантаження українських переробних підприємств, тому її закупають за кордоном (табл. 9.3).

Таблиця 8.3

Завантаження українських підприємств із переробки вторинної сировини (за даними «Укрвторма»)

Кількість підприємств, що займаються переробкою вторинної сировини	Тип вторинної сировини, що переробляється:			
	макулатура	полімери	ПЕТФ-пляшка	склобій
	17	39	19	16
Виробничі потужності (може переробляти)	1200 тис. т	260 тис. т	77 тис. т	800 тис. т
Завантаженість виробничих потужностей	на 92 %	на 65,4 %	на 65 %	на 60,2 %
Використання виробничих потужностей (фактично переробляє)	1104,5 тис. т (712,2 тис. т – власна сировина, 392,3 тис. т – імпорт)	170 тис. т (116,6 тис. т – власна сировина, 53,4 тис. т – імпорт)	50 тис. т	482 тис. т (449,5 тис. т – власна сировина, 32,5 тис. т – імпорт)

Так, в минулому році підприємства об'єднання "Укрвторма" закупили в Росії 202,2 тисяч тонн макулатури (всього закуплено 392,3 тис. тонн), в Польщі - 17,4 тис. тонн полімерів (всього закуплено 53,4 тис. тонн), в Білорусії - 24,1 тис. тонн склобою (всього закуплено 32,5 тис. тонн). Окремо слід зазначити, що ситуація, яка склалася в Україні у сфері поводження з відходами упаковки, є незадовільною, як в сфері забезпечення їх збору, переробки та утилізації, так і введення в господарський оборот [631].

Відходи упаковки, як сировинний потенціал, можуть частково замінити первинні ресурси і відігравати важливу роль у розвитку національної економіки, сприяючи ресурсозбереженню та забезпеченню сировинної незалежності держави, створюючи додатковий експортний потенціал. Такі відходи можна використовувати для виробництва промислової продукції, будівельних матеріалів. Доцільним є їх широке і економічно ефективно використання, ґрунтоване на забезпеченні належного рівня збору та заготівлі використаної упаковки як вторинної сировини.

На сьогодні на законодавчому рівні в Україні не врегульовано питання упаковки і її відходів. Розроблений законопроект про упаковку та відходи упаковки, відповідно до Директиви 94/62/ЄС Європейського парламенту та Ради [161], від 05.02.2016 № 4028 відкликано, подано на обговорення громадськості 03.02.2020 новий [601], в результаті цього не вирішеними залишаються:

- врегулювання питання щодо поводження з відходами упаковки;
- розподіл обов'язків між компетентними органами та учасниками процесу управління відходами упаковки;
- встановлення вимог для роздільного збору і зберігання відходів упаковки на основі кращого європейського досвіду та місцевих вимог;
- забезпечення розвитку конкуренції в сфері поводження з відходами упаковки і заборона встановлення будь-яких монополій у зазначеній сфері;
- визначення обов'язкових до виконання виробниками та імпортерами норм підготовки для повторного використання і переробки відходів упаковки [161]:
 - до 31 грудня 2023 - до 60 % маси відходів упаковки повинні бути утилізовані або перероблені;

- до 31 грудня 2025 - не менше 60 % маси відходів упаковки, 40 % пластику; 45 % деревини; 50 % чорних металів; 50 % алюмінію; 50 % скла; 50 % паперу і картону повинні бути утилізовані або перероблені;

- до 31 грудня 2030 - 65 % маси відходів упаковки, 60 % пластику; 65 % деревини; 75 % чорних металів; 75 % алюмінію; 75 % скла; 75 % паперу і картону повинні бути утилізовані або перероблені.

- проведення інформаційної роботи, спрямованої на підвищення обізнаності населення щодо поводження з відходами упаковки;

- забезпечення принципу невідворотності відповідальності за порушення правил поводження з відходами упаковки, в тому числі невиконання встановлених норм підготовки для повторного використання і переробки відходів упаковки.

Це в свою чергу робить неможливим вирішення інших проблемних питань, а саме:

- впровадження системи управління відходами, до складу яких входять полімери, оснований на інноваційних засадах, яка забезпечить зниження споживання природних ресурсів (природні ресурси - корисна продукція - відходи - вторинні ресурси - корисна продукція - відходи);

- розробки законодавства в сфері поводження з відходами з урахуванням вимог відповідних європейських директив;

- якісної зміни в сфері управління відходами відповідно до кращих природоохоронних практик;

- поліпшення стану навколишнього природного середовища, а також санітарного та епідемічного благополуччя населення;

- дотримання вимог екологічної безпеки під час експлуатації об'єктів поводження з відходами та зниження рівня соціальної напруженості;

- залучення інвестицій у сферу поводження з відходами та створення сучасної інфраструктури поводження з відходами;

- впровадження новітніх технологій утилізації та видалення ТПВ, які сприяють зменшенню обсягів їх захоронення на полігонах;

- зменшення кількості об'єктів поводження з відходами, що не відповідають вимогам законодавства, вивільнення земель після закриття полігонів і звалищ;

- збільшення обсягів збору, заготівлі, переробки та утилізації відходів, як вторинної сировини;

- стимулювання суб'єктів господарювання до впровадження у виробництво використання безвідходних та екологічно безпечних технологій;

- створення системи інформаційного забезпечення сфери поводження з відходами, вдосконалення порядку ведення державного обліку відходів, інформування про розташування місць чи об'єктів поводження з відходами, їх впливу на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людини;

- підвищення ефективності використання коштів державного та місцевих бюджетів для здійснення заходів у сфері поводження з відходами з метою запобігання негативного впливу на навколишнє середовище і здоров'я людини.

У зв'язку з тим, що в Україні за переробку упаковки не платять ні населення, ні виробники, то для бізнесу організація збору та переробки вторинної сировини коштує набагато більше, ніж в Європі, де вартість переробки упаковки вже закладена в ціну товару. Тому українська вторинна сировина за собівартістю дорожча за імпорту і не відповідає розцінкам, котрі за неї готові платити національні переробні підприємства. Якщо ж на нашу вторинну сировину ще підвищити ціну, підприємства не будуть її купувати, так як ціна імпортової вторинної сировини для бізнесу буде більш рентабельною. А якщо знизити закупку, то населенню буде не вигідно здавати вторинну сировину до заготівельних пунктів. У результаті отримуємо замкнуте коло, яке в змозі розірвати лише активні й виважені зміни національного законодавства України в сфері поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери. На нашу думку, вдосконалення та впровадження змін має спиратись на досвід країн, які мали подібні проблеми з управлінням ТПВ в минулому та знайшли найбільш раціональні способи її вирішення.

Із аналізу даних табл. 9.1, основним шляхом мінімізації потрапляння ТПВ на полігони є методика, за якою після того, як із ТПВ відібрали все цінне, що

може бути перероблено, сміття можна відправляти на утилізацію з виробництвом енергії. Це можна здійснити трьома способами: безпосередньо на полігоні ТПВ збирати біогаз; на заводах з механіко-біологічним способом переробки ТПВ виробляти біогаз і тверде паливо; на заводах термічної переробки виробляти електроенергію і тепло під час безпосереднього спалювання ТПВ.

При цьому, в разі видобутку електроенергії з біогазу і біомаси, її можна реалізовувати за "зеленим" тарифом - 0,1239 євро / кВт·год без ПДВ [597]. Це стимулює розвиток галузі, в результаті чого на 32 полігонах України влаштовано систему вилучення біогазу та експлуатуються когенераційні установки з потужністю 19 МВт. Кількість виробленої ними електроенергії за 2018 становить понад 63,3млн кВт · год (рис. 9.1).



Рисунок 9.1 – динаміка зміни виробництва електроенергії з установок, які працюють на відходах [за даними Держслужби статистики України, 2019,]

Можливість реалізовувати електроенергію за "зеленим" тарифом мають також підприємства з механіко-біологічним способом переробки ТПВ. Таких в Україні поки немає, проте повідомлялось про плани будівництва заводів у Львові, Житомирі, Полтаві, Хмельницькому та Києві [596,631].

Згідно з дослідженням біоенергетичних асоціацій України, завод з механіко-біологічною технологією зможе заробляти за "зеленим" тарифом 29,7 євро за тону перероблених ТПВ, до складу яких входять полімери. Однак з огляду на питомі капітальні витрати таких проектів (від 150 євро / т ТПВ до 400 євро / т ТПВ) тільки собівартість переробки складе від 30 євро / т відходів до 80 євро / т відходів. Тому, за чинного законодавства, навіть "зелений" тариф не зробить

галузь механіко-біологічної переробки ТПВ рентабельною. Окрім цього, в Україні рівень "зеленого" тарифу поступово знижуватимуть на 10 % в 2020 і 2025 роках, а в 2030 році він перестане діяти для виробників електроенергії з біогазу і біомаси.

Водночас "зелений" тариф не поширюється на отриману енергію від сміттєспалювальних заводів. Наразі в Україні діє лише один сміттєспалювальний завод - столичний завод "Енергія", який переробляє 280 тисяч тонн ТПВ за рік і забезпечує опаленням близько 300 житлових будинків [632].

На даному етапі в Україні спалюється 3 % відходів, і за регламентом Національної стратегії поводження з відходами, цей показник, у кінцевому результаті, не повинен перевищити 10 %. Тому будувати нові сміттєспалювальні заводи інвестори не наважуються, оскільки їх будівництво з дотриманням всіх екологічних норм обійдеться від 130 млн. євро до 270 млн. євро, залежно від потужності, а лише собівартість переробки однієї тонни ТПВ, до складу яких входять полімери, складе від 90 євро до 130 євро [596].

Незважаючи на те, що сьогодні в тарифи на послуги з поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, включено переробку, загальна маса утворених відходів після їх поверхневого сортування все одно потрапляє на полігони - так дешевше. До прикладу, на заводі "Енергія" вартість переробки однієї тонни ТПВ - 143,5 гривень, а тариф на поховання відходів на полігоні від 50 грн. до 110 грн. залежно від місця захоронення [124].

Тому за теперішньої ситуації, що склалася в українському законодавстві з обрахунку тарифів за поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, переробна галузь вторинної сировини не може розвиватися, бо досі не вирішено питання: "Кому за це платити?" Існують різні схеми фінансування сфери переробки твердих побутових відходів. По-перше, вже зараз можна підняти тарифи для населення, - в середньому плата за переробку ТПВ виросте на 100 гривень. Але органи місцевого самоврядування на таке різке підвищення не підуть. Основна проблема : чому той, хто виробляє мінімум відходів, повинен платити стільки ж, скільки і той, хто виробляє багато сміття? У Законі України "Про житлово-комунальні послуги" є норма, котра встановлює, що, в разі роздільного збору відходів, з плати послуги за поводження з ТПВ виключається

вартість операцій із переробки відсортованих відходів. Але як цей механізм реалізувати, як контролювати, хто, що і як викинув, в Законі [418] не прописано.

По-друге, виходом із такої ситуації є встановлення екологічного податку на тару і упаковку, як це пропонував знятий з розгляду «Проект Закону про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання використання побутових відходів як альтернативного джерела енергії» №4835-д.: якщо закласти податок у ціну товару, то товар здорожчає від 10 коп. до 15 коп. На нашу думку, це буде справедливим із позиції «забруднювач-платить» і не викличе такого невдоволення населення, як різке підвищення тарифу за утилізацію ТПВ [633].

По-третє, реалізація принципу РВВ тари і упаковки, за якого виробники повинні згуртуватися в неприбуткову організацію і вирішити власними силами і за власний кошт питання збору та переробки упаковки. Але, як заявляє в своєму відкритому листі Європейська бізнес-асоціація, наразі є складною процедура створення та функціонування організацій РВВ через неузгодженість правового регулювання їх статусу і діяльності, а також вимоги про сплату банківської гарантії як передумови для внесення зазначених організацій до відповідного реєстру та здійснення своїх функцій [634].

Є і інші ідеї з модернізації сфери поводження з відходами, зокрема, пропонують підвищити тариф на захоронення ТПВ, щоб споживачам було вигідніше їх відправляти на переробку; створити депозитну систему утилізації тари і упаковки, за якої споживачі змогли б повертати їх до певних пунктів і отримувати назад заставу, як було в епоху Радянського Союзу .

Відхилено законопроект №4835-д, який пропонував встановити "зелений" тариф на спалювання відсортованих відходів, з яких вилучені всі корисні компоненти. Але екологи та експерти від ЄС розкритикували такий підхід: за такої концепції обсяг відходів не зменшиться, бо сміттєспалювальним заводам буде вигідно приймати якомога більше ТПВ для переробки в дорогу електроенергію [633].

Однак, які б не були пропозиції з вирішення проблеми поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, спільним є наступне: вирішувати проблему

необхідно з максимальною економічною вигодою і мінімальною шкодою для навколишнього природного середовища.

Тривалий час в Україні діяла постанова Кабінету Міністрів України «Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини» від 26 липня 2001 р. № 915. Цей документ покладав на держпідприємство «Укресресурси» відповідальність за збір коштів на організацію утилізації відходів імпортованої та виробленої в Україні тари та упаковки. Підприємства, що її ввозили або виробляли, сплачували збір згідно з розцінками, затвердженими постановою [584].

Два роки тому уряд скасував постанову, заявивши, що таким чином ліквідується «монопольне становище державної компанії «Укресресурси» на ринку, а також знижується корупційна складова і адміністративне навантаження на бізнес».

Однак альтернативного варіанту уряд не запропонував. Тож два роки, як питання зависло у повітрі, платежі не здійснюються, а за утилізацію відходів сплачують фактично громадяни через тариф на вивезення побутових відходів.

Відповідно до вимог статті 32 Закону «Про відходи», з 1 січня 2018 року в Україні імплементовано вимоги Директиви 2008/98/ЄС «Про відходи» з метою збільшення вилучення з ТПВ вторинних ресурсів, зменшення обсягу захоронення відходів на полігонах та їх негативного екологічного впливу. Досягти цієї вимоги неможливо без ефективної системи сортування всього об'єму утворюваних ТПВ за видами матеріалів, для їх повторного використання або переробки, для захоронення та як небезпечне. Тільки такий спосіб поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, відповідає вимогам двох директив ЄС – 1999/31/ЄС та 2008/98/ЄС, які врегульовують поводження з відходами в країнах Європейського Союзу. Остання Директива (2008/98/ЄС) зобов'язує впровадити в практику країн ЄС сортування та використання відходів, зокрема відходів упаковки, – шляхом реалізації принципу «розширеної відповідальності виробника». Насамперед виробника упаковки, а не споживача, – останнє є українськими реаліями, коли витрати на утилізацію упаковки закладено у вартість товару, котру сплачує споживач, і що має бути докорінно змінено згідно вимог Директиви [634].

В Україні згадані суб'єкти господарювання не несуть відповідальності за подальшу утилізацію використаної упаковки, в якій міститься їх продукція. Натомість, як викладено в пояснювальній записці до проекту закону «Про упаковку та відходи упаковки», всі рішення з питань утилізації упаковки і фінансове забезпечення заходів щодо роздільного збирання відходів упаковки покладено на місцеві бюджети. Переважна більшість місцевих бюджетів немає достатніх коштів на вирішення проблеми належного поводження з відходами. Коштів бракує навіть на контейнери для сортування відходів, тому Україна щорічно втрачає вагомий ресурсний потенціал у галузях переробної промисловості: за папером і картоном – від 1,5 млн. тонн до 1,6 млн. тонн; склом – 1,0 млн тонн, полімерими – 0,6 млн. тонн. Значна частина цієї цінної сировини потрапляє на майже сім тисяч офіційних полігонів і сміттєзвалищ, а переважна більшість – на несанкціоновані, стихійні звалища, котрі займають 7 % (понад 43 тис. км²) площі України. Із кожним роком площа звалищ лише збільшується, бо жодного сміттєпереробного заводу в Україні не побудовано за всі роки незалежності [631].

Жителі Польщі платять приблизно 100 євро на рік за переробку сміття, а в Україні – лише 10–12 євро. Поляки й чехи, які сортують свої побутові відходи, платять значно менше за тих, хто їх не сортує.

У кінці 2017 року уряд України затвердив Національну стратегію управління відходами в Україні, пріоритетним напрямом якої визначено запровадження принципів циклічної економіки та принципу РВВ. Це імплементація на законодавчому рівні європейського досвіду заохочення бізнесу до мінімізації утворення відходів та зацікавлення в їх переробці, котрий ефективно працює у 26 країнах ЄС [4].

До сьогодні виробник відповідав лише за виробництво, дизайн, пакування та продаж. РВВ передбачає повну відповідальність виробника за те, що він випустив на ринок, у тому числі, збір, повторне використання/переробку чи утилізацію упаковки. Для цього важливими є роздільний збір та сортування відходів. Це перший і обов'язковий крок до цивілізованого поводження з відходами. Для оптимізації роботи виробники можуть об'єднуватись та створювати Організації розширеної відповідальності виробника (ОРВВ).

Європейський принцип РВВ, який Україна затвердила на законодавчому рівні, зобов'язав населення сортувати побутові відходи ще з 1 січня 2018-го, що мало сприяти зменшенню ТПВ, які потрапляють на полігони та сміттєзвалища, допомогти послабити навантаження на бюджети міст і селищ під час організації вивезення ТПВ. Минуло два з половиною роки з часу введення в дію поправки до ст. 32 Закону України «Про відходи», що заборонила захоронення на полігонах відходи, із яких не відсортовані усі можливі для переробки вторинні ресурси. Однак додаткових сміттєвих баків (контейнерів) для роздільної утилізації ТПВ на вулицях навіть обласних центрів України майже не видно. У системі збору побутового сміття, його логістиці практично нічого не змінилося. Відбувається те, що спрогнозував Остап Семерак, колишній міністр екології та природних ресурсів, наприкінці 2017 року в інтерв'ю «Дзеркалу тижня»: «...жодне місто в Україні зараз не готове сортувати сміття. Хоча б тому, що немає контейнерів для такого сортування. Наприклад, тільки в Одесі їх потрібно близько 50 тисяч штук... Для того, щоб сортування сміття стало доступним кожному українцеві, треба, по-перше, купити дуже багато контейнерів, на що в бюджеті немає коштів. По-друге, налагодити вивезення та до-сортування вторинної сировини. Але тариф на вивезення ТПВ, до складу яких входять полімери, робить цей процес просто збитковим...» [635].

Серед кількох законопроектів про сферу побутових відходів є й такі, що пропонують відтермінувати норму про заборону захоронення неутилізованого сміття і відходів упаковки з 1 січня 2018 року до 1 січня 2025 року. Тобто, по суті, відтермінувати виконання ключових положень Закону України «Про відходи», який не виконується 20 років, ще на 5 років. Один із аргументів ініціаторів відтермінування дії Закону, який ще й не почав працювати, - в Україні немає потужностей для переробки сировини після обов'язкового сортування відходів. Тому понад 93 % ТПВ вивозять на сміттєзвалища і лише 4,18 % відсортовують. Але Європейська Бізнес Асоціація (ЕВА) 10 липня 2018 року опублікувала в газеті «Європейська правда» дані, що спростовують вищенаведений аргумент: «...в Україні працює 15 заводів із переробки скла, 15 – з переробки паперу, 16 – з переробки металу, 19 – з переробки ПЕТ, 36 – з переробки вторинних полімерів. І їх завантаженість є неповною. Заводи з переробки паперу мають потужність 1100 тис. тонн сировини, однак

переробляють лише 600 тис. тонн. Скла здатні переробити майже 800 тис. тонн, а переробляють – 350 тис. тонн. Папір та скло імпортують, оскільки своєї сировини не вистачає. Так, паперу завозиться близько 340 тис. тонн, скла – 20 тис. тонн» [636].

До 2020 року Польща зобов'язалась відправити на переробку не менше половини ТПВ. Якщо вона цього досягне, то зможе розраховувати на отримання від Євросоюзу 1,3 мільярда злотих (понад 300 мільйонів євро) для розвитку переробної галузі.

Сфера поводження з твердими відходами та переробна індустрія країн ЄС вже перевищує оборот у 137 мільярдів євро. Тут залучено два мільйони працівників. Якщо до 2030 року будуть виконані вимоги Директив ЄС і перероблятиметься 70 % усіх відходів, це створить у межах країн Євросоюзу півмільйона додаткових робочих місць [637].

Принцип розширеної відповідальності виробника (РВВ) запровадили на початку 1990-х років деякі країни теперішнього Європейського Союзу — Німеччина, Швеція, Франція. Згодом Принцип було визнано найкращим шляхом у поводженні з ТПВ, до складу яких входять полімери, та впроваджено на рівні ЄС. Сьогодні за таким Принципом формується політика поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, в більшості країн світу, його впроваджують також в Азії та Африці. Так, в Японії введення цього механізму підвищило на 27 % збір і переробку відходів тари та упаковки лише в період з 1997 по 2000 роки [158].

Мета розширеної відповідальності виробника (РВВ) [418]:

- 1) збільшення обсягу збору і переробки вторинної сировини;
- 2) перекладення фінансової відповідальності з громадян та державних органів і тим самим стимулювання екологізації виробів, зниження їх негативного впливу на довкілля.

Отже, РВВ — це європейський інструмент, що дозволяє запустити систему обігу відходів і їх ефективної переробки.

В Україні система переробки й утилізації відходів — у тіні, хоча має величезний обіг коштів, велику кількість залучених людей, але створена непрофесійно. Тому саме через розширену відповідальність виробника ми можемо зробити галузь переробки відходів більш прозорою і дати їй можливість цивілізовано існувати, як це є в європейських країнах.

Інструменти вирішення виведення з «тіні» галузі переробки та утилізації ТПВ, до складу яких входять полімери, згідно рекомендації «Асоціації підприємств у сфері поводження з небезпечними відходами» наступні [550]:

1) відміна мораторію на перевірку ліцензіатів і залучення до перевірок представників профільних громадських організацій та широке висвітлення в засобах масової інформації забезпечить прозорість перевірок та отриманих даних. На ринку мають залишитися лише ті компанії, які дійсно можуть займатися переробкою/утилізацією;

2) зміна ліцензійних умов (компанія може задекларувати наявність обладнання для утилізації небезпечних відходів, але при цьому фактично його не має. Профільне міністерство не має делегованих законом прав здійснювати передліцензійну перевірку);

3) впровадження системи декларування відходів, обігу, обліку від виробника до кінцевого утилізатора (декларування, утворення і утилізація відходів – це та частина, яка зробить ринок абсолютно прозорим).

Законодавчу базу та державний контроль у сфері РВВ за відходами упаковки в Україні представлено Законом України «Про відходи» – єдиним важелем, що має вплив у сфері відповідальності за відходи.

Є слушною думка, що ЗУ «Про відходи» – не найгірший закон навіть на європейському рівні. Проте проблема полягає в тому, що не було прийнято ніяких підзаконних актів.

Так, стаття 17 ЗУ «Про відходи» говорить, що виробник має дбати про долю відходів, як спонукає його виробництво, а врегулювання подальших дій утворювачів відходів відсутнє. Також було затверджено постанову № 915, яка регулює акумулювання платежів за випуск на ринок тари та пакування, тобто в наказовому порядку змушує виробників та імпортерів сплачувати кошти за майбутню утилізацію. Однак існують проблеми з прозорістю контролю за фінансовим обігом [418].

Проблема ЗУ «Про відходи» в тому, що його не виконують належним чином і не несуть за це відповідальності. Тому слід внести зміни до кримінального та цивільного кодексів. Адже, яким ідеальним не був би закон, якщо його не виконувати – нічого не зміниться.

Світова криза на ринку перероблення відходів, що розпочалась у зв'язку із реалізацією Китаєм нової політики поводження з відходами під назвою «Національний меч», стала рушієм зміни світової парадигми поводження з відходами. Відмова Китаю приймати світові відходи, перенаправлення основних потоків відходів із Заходу до Південно-Східної Азії та Індії упродовж 2018 року, обвал цін на папір, пластик та іншу вторинну сировину і колосальні збитки сміттєпереробних компаній, примусили визнати національні політики багатьох розвинених країн у цій сфері неефективними. У США експорт відходів пластику скоротився на третину, левову частку цих відходів було захоронено на звалищах ТПВ (за даними Financial Times) [639].

Уся світова спільнота активно шукає ефективні підходи і методи поводження з відходами.

27 березня 2019 року Європарламент схвалив законопроект, що передбачає заборону в ЄС одноразових пластикових виробів.

10 травня 2019 року прийнято глобальний пакт про боротьбу з пластиковим сміттям — додаток до Базельської конвенції з контролю за транскордонним переміщенням відходів та їх видаленням, який підписали 187 країн. Цей обов'язковий до виконання документ забороняє експорт відходів у країни третього світу.

А в Україні, починаючи з 2012 року, цілеспрямовано і методично руйнувалася система поводження з відходами, - на сьогодні її фактично знищено. Зокрема Закон України «Про відходи» не відповідає реаліям та проблемам поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери.

Територіальні органи Мінприроди, які на етапі затвердження лімітів мали змогу щорічно уточнювати стан справ та якимось впливати на ситуацію, ліквідовано у 2013 році.

Ліміти на утворення відходів скасовано у 2014 році, новий регуляторний механізм не розроблено. Декларування закладено як механізм лібералізації для суб'єктів, у яких незначний обсяг відходів.

Регуляторна політика у цій сфері відсутня – дозволи на здійснення операцій у сфері поводження з відходами не видаються, зважаючи на відсутність затвердженого порядку отримання необхідних дозволів, суб'єкти господарювання діють за принципом мовчазної згоди.

Департаменти (управління) ОДА зосереджені в основному на поводженні з ТПВ, полігонами та незаконними звалищами, тому нагляд за поводженням з небезпечними відходами не здійснюють.

Після зупинення дії ДСанПіН 2.2.7.029-99 у 2014 році відсутня зрозуміла система визначення класів безпеки відходів.

Відсутня на законодавчому рівні методологія паспортизації та інвентаризації відходів. Інвентаризація у більшості підприємств проводиться щорічно, оскільки відходи перебувають на бухобліку. Державний класифікатор відходів ДК 005-96 не відповідає сучасним вимогам та не дозволяє ідентифікувати відходи. Системний аналіз зібраної Мінприроди та Держстатом інформації первинного обліку відходів не проводиться.

Необхідним є реформування дозвільної системи за правилами ЄС – це важлива для інвесторів лібералізація процесу отримання дозволів, який має бути максимально прозорим, щоб реформа запрацювала на практиці.

Успіх реформи залежить не тільки від якості тексту законопроекту чи регіональних планів, але від того, яким буде розподіл повноважень у цій сфері. В Україні повноваження у сфері управління відходами поділені між двома міністерствами – Міненергодокілля (попередник – Мінприроди) – увесь блок формування державної політики в сфері управління відходами, та Мінтергромад (попередник – Мінрегіонбуд) – побутові відходи.

Проект закону «Про управління відходами» пропонує розділити питання формування і реалізації політики, тобто визначити тих, хто буде готувати законопроекти і проекти актів Уряду, та тих, хто буде впроваджувати реформи, у тому числі надавати адміністративні послуги [598].

Муніципальні відходи за визначенням Директиви ЄС «Про відходи» [418] охоплюють відходи упаковки, електричного і електронного обладнання і інші небезпечні відходи – всі вони є небезпечними для довкілля і мають регулюватися за тими же принципами, як й інші відходи – органом, що формує політику у сфері охорони довкілля – Міненергодокіллям.

Не можна регулювати якусь частину відходів. Муніципальні відходи – це змішані та роздільно зібрані відходи від домогосподарств та відходи з інших джерел у разі, коли ці відходи подібні за своїм складом до відходів

домогосподарств (біовідходи, упаковка, метал, батарейки і великогабаритні відходи). Щонайменше 30 % таких відходів є відходами упаковки, 1 % – небезпечні відходи. Тобто ними має займатись Міненергодокілля.

Тому Мінекоеноергодокілля має формувати політику, включаючи діяльність у сфері муніципальних відходів, а агентство має відповідати за реалізацію цієї політики у сфері управління відходами із територіальними органами на місцях.

Імплементация тільки Директиви 2008/98/ЄС «Про відходи» неможлива без зміни ідеології у сфері поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, розроблення нової редакції рамкового Закону «Про відходи» та підзаконних актів на його реалізацію. Перед усім необхідно розробити закон на заміну ЗУ «Про відходи», переглянути СанПіН 2.2.7.029-99 та Державний класифікатор відходів ДК-005-96, розробити Національний перелік відходів відповідно до європейських стандартів, переглянути форми статистичних спостережень за відходами та розробити нову нормативну базу екологічного податку і зміни до Податкового кодексу України.

На нашу думку, необхідно уточнити два ключові визначення ,а саме: «тверді побутові відходи» та «вторинна сировина», - для вдосконалення нормативно-правової бази щодо поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери.

Відомо, що з 21 січня 2010 року в Державний класифікатор ДК 005-96 було введено визначення «комунальні (міські) відходи – відходи, які утворюються в житлових приміщеннях у процесі споживання фізичними особами, товари, що втратили свої споживчі властивості у процесі їх використання фізичними особами в житлових приміщеннях у цілях задоволення особистих і побутових потреб» (класифікатор – позиція 772). До комунальних відходів також належать відходи, що утворюються внаслідок діяльності юридичних осіб, індивідуальних підприємців та схожі за своїм за складом до відходів, які утворюються в житлових приміщеннях фізичними особами» [118].

Конкретизация та виділення комунальних (міські) відходів дозволяє розглядати їх окремо від відходів виробництва та споживання (як було

раніше), як об'єкт управління та розвитку системи поводження з комунальними відходами (твердими).

У свою чергу термін «комунальні відходи» дуже близький до змісту терміна Municipal Solid Waste («тверді міські відходи»), який використовує Європейський Союз та Сполучені Штати Америки [9].

«Тверді міські відходи» включають в себе житлові, промислові, комерційні, організаційні, міські, відходи від знесення і будівництва. Промислові, комерційні та адміністративні відходи часто групуються разом і, як правило, являють собою більш 50% твердих муніципальних відходів. Відходи від будівництва та знесення розглядаються окремо. Відходи, які утворюються в процесі виробництва, в медичних установах, у сільському господарстві, вважаються твердими муніципальними відходами, якщо конкретний муніципалітет займається їх збором і утилізацією. Тобто до твердих муніципальних відходів належать відходи, збір і утилізація яких покладені на муніципалітет.

В Україні органи місцевої влади та самоврядування (муніципалітети) відповідають за такі відходи: утворені населенням у результаті його життєдіяльності; від діяльності громадських і адміністративних установ, міського господарства. За поводження з відходами виробництва та сільського господарства муніципалітети в Україні не несуть відповідальності [418].

Однозначного визначення твердих побутових відходів в Україні немає. Існує ряд підходів до їх визначення, котрі закріплені у нормативних актах:

- Рекомендації з визначення норм накопичення твердих побутових відходів для міст УРСР (9 березня 1982 року) [476];
- ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходів. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін. Міждержавний стандарт» [640];
- Концепції «Загальнодержавної програми поводження з відходами до 2030 роки» (затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 року № 822-р) [4].

Під час проведеного аналізу перших двох нормативно-правових документів істотних відмінностей у визначенні «тверді побутові відходи» не виявлено. За ДСТУ визначення розширює галузь утворення відходів у результаті

життєдіяльності людей. Наприклад, ремонт квартир замінено на прибирання і ремонт житлових приміщень, тобто відходи від ремонту приватних домоволодінь належать до твердих побутових відходів. А також включено відходи від утримання домашніх тварин і птахів [640].

Згідно з визначеннями, викладеними у вищенаведених документах, відходи, котрі утворюються громадськими організаціями, установами, магазинами, кафе тощо, до категорії твердих побутових відходів не належать. Хоча, зазвичай, відходи від діяльності таких організацій частково або повністю потрапляють до контейнерів загального збору ТПВ. Тому виключення таких відходів з твердих побутових відходів спричинює помилки під час визначення норм накопичення відходів, обсягів утворення відходів, тарифів, обсягів вилучення вторинної сировини.

Метою Концепції «Загальнодержавної програми поводження з відходами» стало виправлення ситуації з обліком відходів. Концепція включила до побутових відходів відходи, що утворюються у житлових та громадських спорудах, торговельних, видовищних, спортивних та інших підприємствах (в тому числі і відходи, утворені від ремонтів квартир), відходи від опалювальних пристроїв індивідуального опалення, зібране з дворів опале листя і великогабаритні відходи [4].

Дане визначення «побутові відходи» досить близьке за змістом до європейського визначення «тверді комунальні відходи» і розглядає тверді побутові відходи з точки зору їх утилізації.

Таким чином, визначення «тверді побутові відходи», що використовується в Рекомендаціях і ДСТУ 2195-99, на нашу думку, доцільно застосовувати, наприклад, під час укладення договорів на збір відходів (тарифи для юридичних і фізичних осіб вагомо відрізняються), під час проектування розташування, типу та кількості сміттєвих контейнерів (відмінності в нормах накопичення); під час складання декларації про відходи, котра передбачена постановою Кабінету Міністрів України від 18.02.2016 року № 118 «Про затвердження Порядку подання декларації про відходи та її форми» [641].

Якщо ж розглядати відходи як джерело вторинних матеріальних і енергетичних ресурсів, то обмеження ТПВ тільки тими, котрі утворюються в

житлових будинках, істотно знижує обсяг можливого вилучення з них вторинних ресурсів. Тому з метою збільшення обсягів вилучення вторинної сировини та розвитку галузі переробки відходів пропонуємо наступне визначення: «Тверді побутові відходи – це частина твердих комунальних відходів, що містить найбільш цінні для використання в народному господарстві компоненти та небезпечні відходи населення».

Для розробки найбільш ефективних заходів із переробки відходів, доцільно розрізняти у нормативно-правовому аспекті ТПВ, що утворюються в житловому та нежитловому секторах. Макулатура, харчові відходи, пластик, скло, металобрухт, що становлять більшу частину ТПВ, є цінною вторинною сировиною. Даний підхід повністю співпадає з визначеннями ДСТУ 2195-99 у контексті співвідношення визначень «відходи - вторинні ресурси – вторинна сировина». Однак визначення вторинної сировини за ДСТУ має й недолік – він не враховує використання енергетичних ресурсів як вторинної сировини з метою отримання енергії за наявних технологій. На нашу думку, доцільним є корегування визначення «вторинна сировина», здійснене наступним чином: «вторинна сировина – вторинні матеріальні та енергетичні ресурси, що реально можливо та доцільно використати в економіці країни з урахуванням еколого-гігієнічного, соціального, економічного, технологічного та нормативно-правового аспекту».

Отже, з проведеного аналізу нами виокремлено ряд проблем, які існують у нормативно-правовій базі України в сфері поводження з ТВП, до складу яких входять полімери, до вирішення яких необхідно знайти нові концептуальні підходи (табл. 9.4).

Таблиця 9.4

Основні проблеми реалізації нової системи поводження з ТПВ

Стадія процесу поводження з ТПВ	Опис проблеми
Збір	Єдиний тариф не передбачає стимулів для скорочення обсягів утворення ТПВ, до складу яких входять полімери, для кожного власника. Відсутня система роздільного збору у місць утворення ТПВ, до складу яких входять полімери, внаслідок відсутності матеріальної зацікавленості у населення і операторів
Накопичення	Встановлені нормативи накопичення ТПВ іноді можуть бути занижені з метою зниження плати за послуги операторів

Транспортування	<p>Введення інституту регіональних операторів призводить до монополізації конкурентного ринку перевізників ТПВ, до складу яких входять полімери.</p> <p>Можливість включення в єдиний тариф дебіторської заборгованості знижує стимули регіональних операторів із її оптимізації і сприяє перерозподілу боргового навантаження на інших користувачів послуг.</p> <p>Власники ТПВ, до складу яких входять полімери, які не уклали договір з регіональним оператором, не обслуговуватимуться.</p> <p>Відсутність у регіонах сміттєпереробних комплексів під час організації роздільного збору відходів на місцях призведе до збільшення тарифів.</p>
Обробка	<p>Відсутність системи роздільного збору ТПВ, до складу яких входять полімери, в місця утворення призводить до збільшення тарифів. Витрати на впровадження сміттєсортувальних конвєсєрів не завжди покривають доходи за реалізацію отриманого вторсировини внаслідок низької глибини переробки ТПВ, до складу яких входять полімери.</p> <p>За відсутності в регіоні сміттєпереробних заводів витрати на обробку і транспортування відсортованих ТПВ, до складу яких входять полімери, роблять даний вид бізнесу нерентабельним</p>
Утилізація	<p>Наявна інфраструктура з утилізації ТПВ, до складу яких входять полімери, не дозволяє охопити весь обсяг утворених відходів.</p> <p>Відсутність системи роздільного збору ТПВ, до складу яких входять полімери, значно знижує якість переробки і рентабельність сміттєпереробних і сміттєспалювальних заводів, часто призводить до простою виробничих потужностей.</p> <p>Брак фінансових ресурсів на розвиток індустрії утилізації в регіонах і несприятливий інвестиційний мікроклімат істотно ускладнюють реалізацію проектів з будівництва заводів, які відповідають сучасним вимогам екологічної безпеки.</p> <p>Утилізація ТПВ, до складу яких входять полімери, для приватного бізнесу, на етапі становлення, за відсутності супутньої інфраструктури (комунікацій, стійких обсягів поставки сировини, ринку збуту) є нерентабельною без адекватної підтримки з боку держави.</p> <p>Система зборів утилізаційних і екологічних платежів, призначена для розвитку інфраструктури з утилізації ТПВ, до складу яких входять полімери, має ряд недоліків: відсутність у виробників і імпортерів вторинної сировини з 2014 року альтернативи самостійній організації утилізації; розмір збору не завжди адекватно відображає реальні витрати на переробку вторинної сировини; не завжди враховуються інтереси вітчизняних переробників вторинної сировини і залежних від них галузей промисловості; відсутність утилізаційного фонду і недостатня прозорість розподілу коштів, що надійшли; прогалини в законодавстві в сфері встановлення правовідносин між імпортерами, виробниками товарів народного споживання і асоціаціями, що представляють їх інтереси в сфері сплати екологічних зборів і самостійної організації утилізації; відсутній опису механізму самостійної організації виробником або імпортером збору і переробки товарів і упаковки.</p>
Знешкодження	<p>Включення плати за розміщення відходів у єдиний тариф може знизити зацікавленість регіональних операторів у скороченні обсягів захоронення ТПВ, до складу яких входять полімери, і підвищення ступеня їх переробки і знешкодження.</p>

Розміщення	Включення плати за розміщення відходів у єдиний тариф позбавляє регіональних операторів стимулів до зниження негативного впливу об'єктів розміщення відходів на навколишнє природне середовище, сприяючи перерозподілу відповідальності на власників ТПВ, до складу яких входять полімери. Більшість звалищ і полігонів не обладнані відповідно до вимог екологічної безпеки, проведення заходів із охорони ґрунтів не носить систематичного характеру
------------	--

Ми пропонуємо ряд змін і доповнень до проекту ЗУ «Про управління відходами», що подано на розгляд у профільний комітет Верховної Ради України (табл. 9.5) та Додаток 3.

Таблиця 9.5

Зміни та доповнення до проекту Закону України «Про управління відходами»

№ з/п	Існуюча редакція	Доповнення	Коментар і посилання на першоджерело
1	Ст. 3, п. 1.1) захист навколишнього природного середовища і здоров'я людини від негативного впливу відходами	Ст. 3, п. 1.1) захист навколишнього природного середовища і здоров'я людини від забруднення та негативного впливу відходами;	Конституція України, ст. 16, 50; Директива 2008/98/ЄС «Про відходи», ст. 1, ст. 13.
2	Ст. 5, пп. (в) виділення з відходів сировини, яка може бути повторно використана;	Ст. 5, пп. (в) впровадження роздільного збирання відходів з метою виділення з відходів сировини, яка може бути повторно використана;»	(«Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 р" від 8.11. 2017 р № 820). п. «Шляхи і способи розв'язання проблеми» Директиви 75/442/ЄГ «Щодо відходів», ст. 7, п.1, абз. 8; 2008/98/ЄС «Про відходи», п. 28, ст. 10, п. 2 (а).
3	Ст. 6, п. 4 Роздільно зібрані відходи, призначені для підготовки до повторного використання та рециклінгу, не можуть спалюватися, за винятком відходів, що утворюються внаслідок оброблення роздільно зібраних відходів	Ст. 6, п. 4 Роздільно зібрані відходи, призначені для підготовки до повторного використання та рециклінгу: а) можуть попередньо піддаватися певним технологічним операціям, що сприяють їх подальшій більш ефективній чи глибокій переробці (подрібнення, переплавка, гранулювання тощо); б) не можуть спалюватися, за винятком відходів, що утворюються внаслідок оброблення роздільно зібраних відходів	Директив 75/442/ЄГ «Щодо відходів», Додаток II А, абз. 13 (D 13), II В, абз. 4.

№ з/п	Існуюча редакція	Доповнення	Коментар і посилання на першоджерело
4	Ст. 12 абзац перший «Громадяни України, іноземці та особи без громадянства у сфері управління відходами, мають право на:»	Ст. 12 абзац перший «Громадяни ... мають право» доповнити пп.: е) вимагати через органи місцевого самоврядування проведення гігієнічної оцінки стану навколишнього середовища в 300-метровій зоні біля населених пунктів, домоволодінь, місць обладнаних для відпочинку (парків, пляжів тощо) та інших зон загальногромадського використання та висвітлення в місцевих ЗМІ результатів такої оцінки; (пп. е) та є) вважати, відповідно, пп. є) та ж).	Конституція України, ст. 50; ЗУ "Про оцінку впливу на довкілля" (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст. 315, ст. 4, 7; Директива 96/61/ЄС «Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень», ст.15, п. 1.
5	Ст. 13. Права та обов'язки суб'єктів господарювання підприємств, установ та організацій усіх форм власності, діяльність яких призводить до утворення відходів, та суб'єктів господарювання у сфері управління відходами Суб'єкти господарювання підприємства, установи та організації усіх форм власності, діяльність яких призводить до утворення відходів, мають право на: (всі 5 пунктів - без змін) Суб'єкти господарювання підприємства, установи та організації усіх форм власності, діяльність яких призводить до утворення відходів, зобов'язані: 1) запобігати утворенню та сприяти зменшенню обсягів утворення відходів; 2)...10) – без змін 11) здійснювати контроль за станом місць чи об'єктів видалення власних відходів; 12)...22) – без змін	Ст. 13. Права та обов'язки суб'єктів господарювання... ... суб'єкти господарювання у сфері управління відходами зобов'язані: 1) запобігати утворенню та сприяти зменшенню обсягів утворення відходів, <i>у тому числі шляхом їх роздільного збирання;</i> пп. 2)-10) – без зміни 11) здійснювати контроль <i>за відповідністю стану територій і</i> об'єктів видалення власних відходів <i>чинним вимогам і правилам санітарного законодавства;</i> пп. 22)-22) – без зміни	<i>Коментар стосовно п. 1):</i> Роздільне збирання на етапі утворення відходів на 80-90 % зменшує обсяги їх потрапляння на звалища. Проекту Закону України «Про упаковку та відходи упаковки» від 05.02.2016 № 4028, ст. 3, п. 4. Директив ЄС 75/442/EWG «Щодо відходів», ст.7, п.1, абз.8; 2008/98/ЄС «Про відходи», п. 28, ст. 10, ст. 13. <i>Коментар стосовно п. 11):</i> Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" (Відомості Верховної Ради України, 1994, № 27, ст.218, ст. 2, п.11; Директив ЄС 75/442/EWG «Щодо відходів», ст.7, п.1, абз.8; 2008/98/ЄС «Про відходи», п. 28, ст. 10, ст. 13; ЗУ "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" (Відомості Верховної Ради України, 1994, № 27, ст.218). Ст. 5, абз. 1, 5; ст. 14, ст. 15, абз. 1; Директив ЄС 75/442/EWG «Щодо відходів», ст. 4, ст. 8, абз. 2; 2008/98/ЄС «Про відходи», ст. 13.

№ з/п	Існуюча редакція	Доповнення	Коментар і посилання на першоджерело
6	<p>Ст. 14. Обов'язки утворювачів побутових відходів</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3. Утворювачі побутових відходів можуть самостійно шляхом компостування обробляти відходи, що біологічно розкладаються, на місці утворення таких відходів</p>	<p>Ст. 14. Обов'язки утворювачів побутових відходів.</p> <p>Пп. 1-2 – без змін</p> <p>Пп 3. Утворювачі побутових відходів можуть самостійно шляхом компостування обробляти відходи, що біологічно розкладаються, на місці утворення таких відходів виключно на території індивідуальних домоволодінь із дотриманням чинних вимог санітарного законодавства для захоронення такого типу відходів.</p>	<p><i>Коментар:</i> Якщо дозволити населенню самостійно компостувати відходи, що біологічно розкладаються, на території багатоповерхових будівель - це може призвести до погіршення санітарно-гігієнічного стану домовладінь на території міста, викликати ріст гризунів та бездомних тварин, а разом з цим ріст і поширення небезпечних інфекційних захворювань. (ЗУ "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 27, ст.218). Ст. 5, абз. 1, 5; ст. 15, абз. 1; Директив ЄС 75/442/ЄВГ «Щодо відходів», ст. 4, ст. 8, абз. 2; 2008/98/ЄС «Про відходи», ст. 13.</p>
7	<p>Ст. 28. Ліцензування господарської діяльності управління небезпечними відходами</p> <p>....оброблення:</p> <p>-.....</p> <p>-.....</p> <p>-</p> <p>- рідкі негорючі відходи перед знешкодженням необхідно зневоднювати, а токсичні водорозчинні сполуки;</p> <p>-</p> <p>- температура термічного оброблення відходів повинна бути не менше ніж 850 °С, а за наявності галогеновмісних сполук – не менше ніж 1200 °С. При цьому технологічне обладнання повинно включати основну камеру згоряння, камеру допалювання з робочою температурою не нижче 1000 °С, систему очистки відхідних газів із подальшим їх охолодженням до температури, що не перевищує 150 °С»;</p>	<p>Ст. 28. Ліцензування господарської діяльності управління небезпечними відходами</p> <p>... оброблення:</p> <p>Четвертий абзац:</p> <p>- рідкі негорючі відходи перед знешкодженням необхідно зневоднювати, а токсичні водорозчинні сполуки переводити у нерозчинні сполуки з подальшим роздільним зберіганням перед утилізацією;</p> <p>Шостий абзац:</p> <p>- температура термічного оброблення відходів повинна бути не менше ніж 850 °С, а за наявності галогеновмісних сполук – не менше ніж 1200 °С. При цьому технологічне обладнання повинно включати основну камеру згоряння, камеру допалювання з робочою температурою не нижче 1000 °С, у якій відхідні гази мають перебувати не менше 2 с за вмісту кисню не менше 6 %, систему очистки відхідних газів із подальшим їх охолодженням до температури, що не перевищує 150 °С».</p>	<p><i>Коментар до четвертого абзацу:</i> таке враження, що кінцівка четвертого абзацу загублена, тому зроблено доповнення. Постанова Кабінету міністрів України від 13.07. 2016 р. № 446 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами», розділ «Технологічні вимоги до провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами» п. 16-18, 20.</p> <p><i>Коментар до шостого абзацу:</i> Якщо не забезпечити дотримання запропонованих технологічних вимог (тривалість перебування відхідних газів у камері згоряння не менше 2 с та вмісту кисню не менше 6%, то навіть за даних температурних умов підчас різкого охолодження відхідних газів навіть без наявності у відхідних газах галогенів будуть утворюватись діоксини. Без дотримання запропонованого технологічного режиму опалювання відхідних газів даний пункт Закону суперечитиме Директивам ЄС «Про спалювання відходів» 2000/76/WE, ст. 6. п.2; «Про спалювання небезпечних відходів» 94/67/ЄС, ст. 6, п.1.</p>

Однак навіть за ситуації, що склалася в Україні в сфері поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, нами вбачається низка різноманітних варіантів її вирішення. Від кардинальних змін загальнонаціонального масштабу до невеликих, малозатратних, поступових кроків спрямованих на зміну уявлення про поводження з відходами в свідомості пересічного українця.

До кардинальних загальнонаціональних змін ми пропонуємо впровадження однієї (чи всіх) із трьох моделей РВВ та їх поєднань, які ефективно працюють у країнах-членах ЄС та світі й можуть бути втілені в Україні (рис. 9.2).



Рисунок 9.2 – Моделі РВВ із залученням координаційного агента для управління потоками ТПВ, до складу яких входять полімери [переклад, 642]

У міжнародній практиці поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, однією з найбільш поширених є модель координаційного агента як відокремленої структури або неприбуткової організації з винятковими або частковими правами на поводження з відходами, що утворюються на певній території. Координаційні агенти укладають угоди і здійснюють розрахунки з організаціями, що надають послуги та експлуатують відповідну інфраструктуру, як показано на рис. 9.3 [642].

У межах такої системи координаційний агент наділяється повноваженнями на управління потоками відходів, обрання постачальників послуг та встановлення тарифів для споживачів. Муніципалітет є лише одним із замовників послуг (наприклад, для вивезення сміття з громадських місць, прибирання територій і надання інших послуг у межах державного сектора) [642].

Застосування такої моделі в Україні є перспективним, тому що:

- модель поєднує в собі прагнення муніципальних органів влади досягти цільових показників із переробки відходів, до складу яких входять полімери, та зменшити обсяг їх захоронення на полігонах у найбільш економічний спосіб;
- фінансових можливостей місцевих бюджетів є недостатньо для якісного вирішення проблеми поводження з ТПВ;
- використання найбільш ефективних технологій переробки та ефект масштабності дозволяють зменшити витрати на одиницю переробки ТПВ, до складу яких входять полімери;

Вирішення проблеми поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери у делегуванні повноважень координаційному агенту

Координаційний агент

Може бути створений:

відокремлений суб'єкт, який здійснює всіма утворюваними територіями

суб'єкт, управління відходами, на певній території

муніципалітетом;
групою муніципалітетів;
управляючою компанією
(групою громадян)



Ексклюзивний контракт на повне обслуговування території (чи її частини) на конкурсній основі підвищує зацікавленість операторів в інвестиціях у галузь поводження з ТПВ

Рисунок 9.3 – Роль координаційного агента в системі поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери [переклад, 642].

- модель координаційного агента для управління потоками побутових відходів поєднує низку характеристик, які є важливими для впровадження інноваційної проєвропейської концепції поводження з ТПВ в Україні, а саме:

- єдине й цілісне бачення кінцевого результату поводження з ТПВ, що зробить ринок відходів більш прогнозованим і прозорим для регуляторних органів, операторів поводження з відходами та інвесторів;

- розмаїття регіональних підходів до вибору технологій, методів переробки/утилізації та механізмів фінансування з прив'язкою до конкретних умов, які залежать від екологічної ситуації, що склалася в регіоні з поводженням ТПВ та економічних передумов для її вирішення;

- забезпечення та збереження єдиного підходу до контролю чинників, які безпосередньо впливають на стан навколишнього природного середовища – технічної й санітарної безпеки об'єктів інфраструктури управління ТПВ, до складу яких входять полімери.

Одним з прикладів успішної реалізації колективного підходу до управління ТПВ, до складу яких входять полімери, є робота міжнародної мережі Green Dot, яка об'єднує виробників товарів та послуг, а також організації зі сфери поводження з відходами. Внески учасників використовують із метою створення та обслуговування відповідної інфраструктури з переробки відходів.

За умови, що член об'єднання сплатив внесок, його зобов'язання вважаються виконаними, оскільки система моніторингу та звітності національних асоціацій Green Dot співпрацює та координується урядами відповідних країн. Приклад реалізації схеми механізму поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, асоціації Green Dot, наведено на рис. 9.4.

Часто в роботі систем Green Dot беруть участь і муніципалітети. У таких випадках принцип РВВ повністю інтегрується до регіональної системи поводження з ТПВ. У деяких країнах послуги збирання та транспортування сміття надаються виключно в межах муніципальних або регіональних систем і фінансуються завдяки сплаті відповідних тарифів.

Основним завданням координаційних агентств є реалізація принципу РВВ у сфері переробки відходів упаковки. Оскільки ці організації діють на державному рівні, вони можуть за певну плату звільнити виробників та продавців від виконання зобов'язань із переробки відходів упаковки.

Зазначені агентства створені з метою надання послуг із переробки відходів за їх найбільшої економічної та екологічної ефективності. Виробники та продавці роблять внески до національної організації Green Dot і пакувальні матеріали, за утилізацію яких уже сплачено, маркують символом Green Dot. Представники організації Green Dot у співробітництві з приватними та муніципальними операторами здійснюють збирання та переробку відходів упаковки із символом Green Dot [переклад, 642].



Рисунок 9.4 – Організація поводження з твердими відходами за участю асоціації Green Dot [переклад, 642].

Організація також проводить кампанії, спрямовані на підвищення поінформованості громадськості щодо важливості надійної утилізації відходів.

Таким чином, застосовуючи передовий досвід європейських країн, із аналогічними початковими умовами, Україна може досягти істотних результатів у переформатуванні галузі переробки відходів та мінімізації обсягів захоронення відходів, до складу яких входять полімери, на полігонах. Від запровадження ефективної адміністративної системи залежить успіх таких заходів. У країнах ЄС реалізовані різноманітні варіанти моделі координаційного агента, що можна з успіхом застосувати і в Україні.

Для вторинних полімерів вилучених із ТПВ пропонуємо впровадити розроблену гнучку технологічну систему переробки (рис. 9.5).

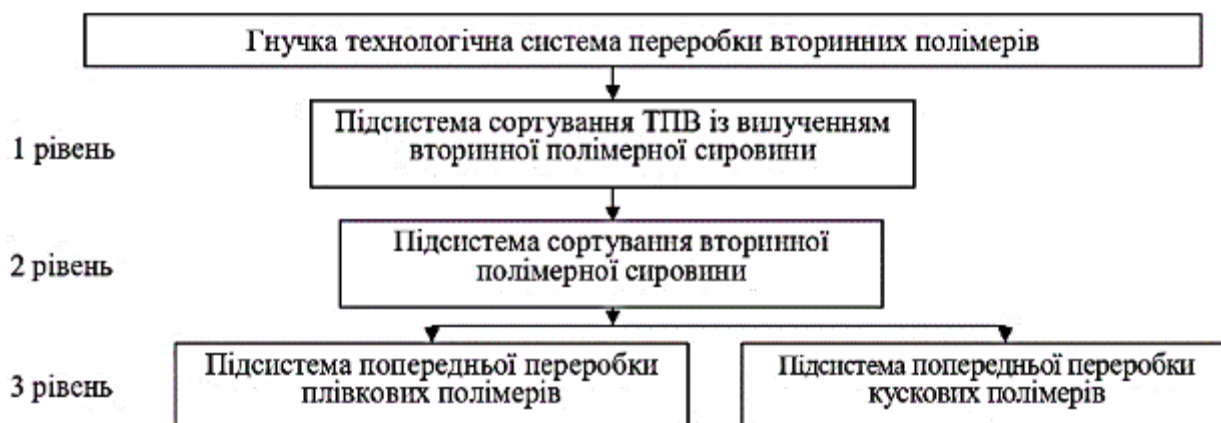


Рис. 9.5 – Структура гнучкої системи переробки полімерів вилучених із ТПВ.

Технологічні елементи системи працюють за схемою: накопичувач → пристрій для переробки полімерів → накопичувач. Структура кожної підсистеми виконана так що сировиною для неї служить попередній напівфабрикат, а результатом її роботи є проміжний продукт або готовий виріб. Це здійснить територіальну декомпозицію виробничої системи переробки вторинних полімерів на технологічні модулі певного рівня, що забезпечить уніфікацію виготовлення напівфабрикату (продукту) та стабільну взаємодію з підсистемами вищого рівня.

Застосування такої моделі в Україні є перспективним, з огляду на:

- модель поєднує в собі прагнення муніципальних органів влади

досягти цільових показників із переробки відходів, до складу яких входять полімери, та зменшити обсяг їх захоронення на полігонах у найбільш економічний спосіб;

- фінансових можливостей місцевих бюджетів є недостатньо для якісного вирішення проблеми поводження з ТПВП;
- використання найбільш ефективних технологій переробки та ефект масштабності дозволяють зменшити витрати на одиницю переробки ТПВП;
- модель координаційного агента для управління потоками побутових відходів поєднує низку характеристик, які є важливими для впровадження інноваційної проєвропейської концепції поводження з ТПВП, в Україні, а саме:
 - єдине й цілісне бачення кінцевого результату поводження з ТПВП, що зробить ринок відходів більш прогнозованим і прозорим для регуляторних органів, операторів поводження з відходами та інвесторів;
 - розмаїття регіональних підходів до вибору технологій, методів переробки та механізмів фінансування, з прив'язкою до конкретних умов, які залежать від екологічної ситуації, що склалася в регіоні з поводженням ТПВ та економічних передумов для її вирішення;
 - забезпечення та збереження єдиного підходу до контролю чинників, які безпосередньо впливають на стан довкілля, – технічної й санітарної безпеки об'єктів інфраструктури управління ТПВП.

Окрім цього, одним із найбільш перспективних і малозатратних методів просування європейської парадигми поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, є інформування різних цільових груп, шляхом застосування методів непрямого впливу (екологічна освіта та інформування населення, економічні інструменти). Реалізація таких методів є характерною для безструктурного способу управління сферою поводження з ТПВ, за якого відсутні заздалегідь створені організаційні структури, і відбувається циркулярне поширення інформації (тобто, одна і та ж інформація поширюється між багатьма елементами), як і в Україні. Результатом поінформованості суспільства стане концептуальна зміна точки зору на відходи і розуміння того, що

відповідальність за поводження з ними несуть не тільки комунальні служби, а й ті, хто ці відходи створює (виробники і населення).

У табл. 9.6 нами запропоновано орієнтовний зміст інформаційних повідомлень про екологічно-безпечне поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, котрі можна використовувати в цілях здійснення екологічної освіти населення (для різної цільової аудиторії).

Таблиця 9.6

Зміст інформаційних повідомлень для здійснення екологічної освіти населення

Цільова аудиторія	Зміст інформаційних повідомлень
Населення	<ul style="list-style-type: none"> - способи запобігання утворенню відходів і зменшення їх обсягів; - вплив на навколишнє середовище і здоров'я людей найбільш поширених методів поводження з відходами (поховання на звалищі і спалювання) - переваги роздільного збору твердих побутових відходів; - способи поводження з окремими видами відходів (органічними, небезпечними, будівельними і т.д.)
Суб'єкти господарської діяльності (виробники)	<ul style="list-style-type: none"> - існуючі технології заміни токсичних речовин, що використовуються у виробничому процесі, на нешкідливі; - маловідходні технології в різних галузях виробництва; - екологічно безпечні технології переробки і утилізації різних видів виробничих відходів; - екологічно безпечні та економічно ефективні технології виробництва продукції з використанням вторинної сировини; - правові норми, що регулюють діяльність суб'єктів господарської діяльності у сфері поводження з відходами.
Суб'єкти господарської діяльності в сфері поводження з відходами	<ul style="list-style-type: none"> - організаційно-правові основи ведення підприємницької діяльності в сфері поводження з відходами; - екологічно безпечні технології збору, транспортування, сортування, переробки, утилізації, знешкодження різних видів виробничих і побутових відходів; - технології будівництва та експлуатації об'єктів поводження з відходами.
Органи місцевого самоврядування	<ul style="list-style-type: none"> - законодавство в сфері поводження з відходами; - методичні рекомендації з організації екологічно безпечного збирання, транспортування, утилізації та знешкодження відходів в населеному пункті; - основні складові успішного впровадження роздільного збору побутових відходів; - методи стимулювання залучення населення до екологічно безпечного поводження з відходами; до збирання і заготівлі окремих видів відходів як вторинної сировини; - позитивний зарубіжний і вітчизняний досвід управління муніципальними відходами.

Таке поширення інформації може здійснюватися органами державної влади із залученням до цього громадських і релігійних організацій через ЗМІ (періодичні публікації в пресі, постійна агітаційна робота на телебаченні, звернення по радіо); створення інформаційних інтернет-порталів із питань поводження з відходами; розміщення зовнішньої реклами в місцях скупчення людей; розповсюдження листівок, брошур; проведення бесід і практичних занять з вихователями дитячих дошкільних установ, учителями, батьками, дітьми; організація конкурсів творчих і дослідницьких робіт на тему безпечного поводження з відходами, до складу яких входять полімери; проведення екологічних конференцій, семінарів з метою висвітлення інформації щодо поводження з побутовими відходами, до складу яких входять полімери [643].

Метою інформування є забезпечення висвітлення повноти інформації про еколого-економічні і соціальні наслідки накопичення побутових відходів, до складу яких входять полімери, а також про способи розв'язання цієї проблеми, зокрема, через реалізацію концепції "нульових відходів", яка спрямована на вирішення трьох основних завдань:

1) зниження до нуля токсичності відходів, тобто зменшення небезпечних для навколишнього середовища і здоров'я людей речовин, які входять до складу відходів з метою їх подальшого повного виключення;

2) зменшення до нуля обсягів органічних відходів, що розміщуються на звалищах без попередньої обробки (компостування), що зменшить викид парникових газів, які впливають на зміну клімату. Концепція "нульових відходів» передбачає зберігання енергії, що міститься у відходах (за рахунок вторинного використання відходів), а також використання поновлюваних джерел енергії у процесі переробки відходів;

3) зменшення до нуля всього обсягу утворення відходів: всі відходи повинні вважатися ресурсами, для яких потрібно знайти відповідний спосіб використання.

Висновки до розділу 9

На основі проведеного аналізу відповідності чинного українського законодавства у сфері поводження з побутовими відходами, до складу яких входять полімери, європейському:

- Внесено 9 пропозицій щодо змін і доповнень до проекту Закону України «Про управління відходами».
- І з метою збільшення обсягів вилучення вторинної сировини та розвитку галузі переробки відходів нами запропоновано уточнити визначення «Тверді побутові відходи – це частина твердих комунальних відходів, що містить найбільш цінні для використання в народному господарстві компоненти та небезпечні відходи, що утворюються населенням». На нашу думку, теперішнє визначення «вторинна сировина» не враховує використання енергетичних ресурсів як вторинної сировини з метою отримання енергії за наявних технологій. Тому доцільним є корегування визначення: «Вторинна сировина - вторинні матеріальні та енергетичні ресурси, котрі реально можливо та доцільно використати в економіці країни з урахуванням соціального, екологічного, економічного, технологічного та нормативно-правового аспекту».
- У зв'язку з призупиненням дії ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення», що призвело до унеможливлення встановлення класу небезпеки відходів, рекомендуємо впровадити проект Державних санітарних правил «Встановлення класу небезпеки відходів» (розроблений ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України») з метою забезпечення наближення законодавства України до законодавства ЄС в частині інтеграції екологічної політики та забезпечення мінімізації впливу негативних чинників на здоров'я населення, що відповідає вимогам Директиви ЄС 2008/98/ЄС та Директиви ЄС 91/689/ЄС.
- Згруповано країни члени ЄС та СНД за результатами аналізу рівня розвитку їх системи поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери.
- Виокремлено основні проблеми реалізації нової системи поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери.

- Запропоновано до впровадження ряд моделей розширеної відповідальності виробника із залученням координаційного агента для управління потоками відходів упаковки.

- Розроблену гнучку технологічну систему переробки технологічні елементи якої працюють за схемою: накопичувач → пристрій для переробки полімерів → накопичувач. Структура кожної підсистеми виконана так що сировиною для неї служить попередній напівфабрикат, а результатом її роботи є проміжний продукт або готовий виріб. Це здійснить територіальну декомпозицію виробничої системи переробки вторинних полімерів на технологічні модулі певного рівня, що забезпечить уніфікацію виготовлення напівфабрикату (продукту) та стабільну взаємодію з підсистемами вищого рівня.

- Розроблено інформаційні повідомлення для різної цільової аудиторії, що висвітлюють інформацію про принципи, шляхи і методи екологічно-безпечного поводження з ТПВ, котрі можна використовувати з метою екологічної освіти.

На сучасному етапі система поводження з відходами в Україні потребує значного вдосконалення для досягнення відповідності Європейським нормам. Незважаючи на те, що в рамках Угоди про асоціацію на нашу державу покладено обмежене коло зобов'язань, ми повинні орієнтуватися на останні зміни і тенденції європейського законодавства, але з урахуванням своїх реальних можливостей.

Матеріали даного розділу відображені в наступних публікаціях: [15,83,89,422,565,569,619,628,643].

РОЗДІЛ 10

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Вирішення проблеми безпечного для здоров'я населення та компонентів довкілля поводження з ТПВП сьогодні належить до пріоритетних завдань людства [64,65]. Від її вирішення залежить сталий розвиток суспільства та збереження довкілля. Основною причиною цього є стабільно зростаюча світова тенденція до посилення техногенного навантаження на всі компоненти біосфери, викликана впливом полімерів, які входять до складу ТПВ. За останні 65 років виробництво полімерів зросло в 216 разів з 1,7 млн. т в 1954 році до 368 млн. т в 2019 році, а частка у відходах із < 1 % в 1975 році до 32 % у 2019 році. Із них тільки 9% були перероблені, 12% - спалені, а 79 % - опинилися на полігонах або стихійних звалищах [2]. Особливої гостроти проблема набула в країнах пострадянського простору, у яких на полігони та звалища потрапляє більше 90 % ТПВ [360].

Часто в процесі експлуатації звалищ ТПВ відбувається їх самозаймання, в результаті чого у довкілля потрапляють високотоксичні, канцерогенні та мутагенні речовини [573]. Даний процес спричинив трагедію в 2016 році на Львівському полігоні ТПВ, результатом якої стала загибель 4 людей, а на ліквідацію пожежі витрачено 14 млн. грн. [574].

Пунктами відеоспостереження Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса підраховано, що в паводкові періоди уявну лінію на поверхні Тиси за хвилину перетинає від 40 до 60 ПЕТ-пляшок. Угорці під час паводкових ситуацій, щоб не пропускати вглиб своєї країни українське сміття, перегороджують судноплавну частину р. Тиси баржами, вичерпують сміття й транспортують на звалища. Сусіди домоглися грошової компенсації від України за засмічення своєї території –в межах 35 тис. євро після кожного масштабного паводку [481].

З 1 січня 2018 року Україна зобов'язалася сортувати все сміття за видами матеріалів, розділяти його на придатне для повторного використання, для захоронення та небезпечне, а також заборонила вивозити нерозділені відходи на полігони і звалища. Однак у 2019 році, згідно даних Мінрегіону, в 1462 населених пунктах (< 6 % населених пунктів країни) впровадили роздільний збір сміття, 78 %

населення охопили послугами з вивезення відходів. Лише 6,1% усього сміття в Україні було утилізовано (2% – спалили, а 4,1 % – переробили), а 93,9 % захоронено на полігонах і звалищах, працював 1 ССЗ і 3 сміттєспалювальні установки [126].

Полігони та звалища ТПВП віднесено до техногенних об'єктів, які мають найвищий ступінь впливу на компоненти біосфери та людину [254].

Результатами досліджень останніх років встановлено, що до проблем забруднення біосфери ТПВ, до складу яких входять полімери, котрі набули форми: у вигляді появи семи дрейфуючих островів, складених переважно полімерами; постійно діючих техногенних екотоксикантів – полігонів і звалищ ТПВ, площа яких щорічно зростає, а вплив на довкілля помітний і через 25 років після їх закриття та рекультивації, додалась проблема мікропластика [94-97]. Частка мікропластика за вагою складає лише 8 %, зате за кількістю частинок – це 94 %. Причому ці показники швидко збільшуються, адже плаваючи сміття планомірно подрібнюється [95]. Вже сьогодні проблема мікропластика вийшла далеко за межі гідросфери, мікропластик усюди і навіть в організмі людини. Вплив його тільки почали вивчати, та те, що вже відомо, виводить проблему у ранг світової екологічної катастрофи, наслідком якої може стати повна деградація всіх компонентів біосфери [97].

Проблема еколого-гігієнічної безпеки поводження з ТПВП та розробка рекомендацій для мінімізації їх несприятливого впливу на довкілля та здоров'я населення продовжує залишатись надзвичайно необхідною. Тому дослідження за цим напрямком не втрачають актуальність і потребують подальшого розвитку.

Представлені в дисертаційній роботі дослідження базуються на результатах власних експериментальних та натурних досліджень, а також офіційних даних відомчої лабораторії Державної установи «Обласний лабораторний центр МОЗ України» Івано-Франківської області, даних сертифікованої лабораторії науково-дослідної фірми «Екосонік-Вест».

За літературними та Інтернет-джерелами, проведеними патентними дослідженнями виконано еколого-гігієнічну й санітарно-епідеміологічну оцінку традиційних і новітніх технологій поводження з відходами полімерів з 1990 року по 2018 рік. Були розглянуті технології: захоронення, спалювання, розкладання, механічна переробка, розчинення, термоформування, отримання багатоконпонентних систем, виробництво будівельних матеріалів і дорожніх покриттів.

Встановлено, що в країнах із низьким рівнем добробуту чи культурою поводження з відходами, котрі найбільше продукують та / або споживають полімери, найпоширеніший спосіб поводження з ТПВП, в зв'язку з його дешевизною, – захоронення на полігонах і звалищах.

Встановлено, що проблема переробки полімерів у тих об'ємах, у яких вони утворюються на сьогодні, не може бути вирішена за допомогою технологій, що ґрунтуються на методах знищення (захоронення, спалювання, фото-, біодеструкції) або розкладання (піроліз, гідроліз, газифікація, крекінг, деполімеризація). Основними стримуючими чинниками виступають дороговизна, як на стадії проекту, так і під часі експлуатації технологій; матеріало- та ресурсоемкість; необхідність суворого дотримання температурного діапазону процесів переробки; наявність високотоксичних відходів, які потребують подальшої переробки, знищення чи захоронення на спеціально обладнаних полігонах.

Із аналізу наявних в Україні промислових технологій із переробки вторинних полімерів встановлено, що найбільш екологічно безпечною та економічно вигідною є механічна переробка вторинних полімерів. Механічна переробка виключає деструктивні зміни у полімерах, тому утворення подразнювальних, високотоксичних, канцерогенних та мутагенних речовин, яке спостерігається у процесі використання інших методів переробки полімерів, не відбувається. Цей спосіб переробки не потребує дорогого високотехнологічного обладнання і може бути реалізований у будь-якому місці накопичення відходів. Однак наявні технології механічної переробки в якості кінцевого продукту пропонують полімерну гранулу або флекси (подрібнені шматки полімеру), котрі є лише проміжним продуктом, непридатним до самостійного використання у жодній сфері народного господарства. Гранули і флекси можна додавати в невеликій кількості у первинні полімери. Але збільшення відсотку вторинного полімеру в суміші для виготовлення полімерної продукції призводить до її нестабільності та значного погіршення властивостей. Тому продукцію, виготовлену з таких сумішей, заборонено використовувати в контакті з харчовими продуктами, водою у зв'язку з небезпекою міграції значної кількості мономерів, барвників, стабілізаторів та інших хімічних активних і небезпечних для здоров'я людини речовин у продукти й воду. Також встановлено, що

обладнання з переробки, котре представлено на ринку України, може бути використано лише в місцях значного скупчення полімерних відходів і не може бути орієнтоване на осіб, які займаються малим бізнесом та їх підготовкою до переробки. На ринку устаткування практично немає дешевих, високопродуктивних, малоенергозатратних, малогабаритних та надійних пристроїв, якими можна було б оснастити пункти прийому та заготівлі полімерної вторсировини.

Встановлено, що необхідними є удосконалення та дослідження механічних способів переробки вторинних полімерів та встановлення їх відповідності сучасним санітарно-гігієнічним, екологічним вимогам, з метою зменшення кількості полімерів у побутових відходах, зниження техногенного навантаження місць захоронення відходів на усі компоненти біосфери та довкілля.

Актуальними дослідження у напрямку розробки технологій переробки полімерів оснащених дешевими, високопродуктивними, малоенерговитратними, малогабаритними та надійними пристроями, виконаних із серійних доступних комплектуючих.

Вважаємо, що Україні слід піти європейським шляхом поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери, розвиваючи технології механічної та термічної переробки як найбільш універсальні та прості в реалізації.

Нами проведено дослідження санітарно-гігієнічних і економічних аспектів розробленої технології переробки вторинних полімерів механічним методом із включенням стадії механічної активації. Розроблена технологія ґрунтується на удосконаленні традиційної технології переробки ПЕТФ, яка потребує значних матеріальних та енергетичних витрат і включає одинадцять операцій. Запропонована маловідходна технологія містить на чотири операції менше порівняно з відомою і дозволяє виключити з процесу переробки сортування відходів за кольором та за типом; видалення кілець, корків та етикеток; флотацію; повторне подрібнення; промивку від мийних засобів.

Створена технологія на $21,8 \pm 4,6$ % зменшила енерговитрати, на $27,8 \pm 1,4$ % пришвидшила процес переробки, зменшила кількість газоподібних викидів на $51,44 \pm 8,05$ % і на $6,3 \pm 1,68$ % шламу порівняно з традиційною механічною технологією переробки вторинних полімерів. Технологію впроваджено у промислово виробничу діяльність ПНДП «ІНТТЕХ» (акт впровадження від

21.11.2018 р.) Додаток Л, ТзОВ «Нафтогазтехнологія» (акт впровадження від 03.12.2018 р.) Додаток М, ТзОВ «Екосонік-Вест» (акт впровадження від 18.09.2019 р.) Додаток Н.

Пришвидшення переробки полімерів досягнуто впровадженням розробленого пристрою для подрібнення сумішей полімерів на фрагменти заданих розмірів, який забезпечує краще захоплення та ущільнення пустотілих відходів і покращує їх подачу в зону різання. Завдяки чому, забезпечено зниження споживання електричної енергії на $8,3 \pm 3,68$ %. Розроблений пристрій можна також встановити будь-якому пункті прийому вторинної полімерної сировини та використовувати для зменшення обсягів і попередньої підготовки як відсортованих полімерних відходів, так і їх сумішей.

Розроблений пристрій для механічної активації подрібнених полімерів можна використати для переробки вторинних полімерів різних типів у всіх регіонах України та світу. Пристрій має високий коефіцієнт корисної дії, характеризується високою продуктивністю та є енергоощадливим. Окрім цього, використання пристрою для переробки полімерів збільшує їх питому поверхню за рахунок механічної активації, що покращує їх адгезивні та адсорбційні властивості.

Результатами натурних досліджень атмосферного повітря в зоні впливу виробництв механічної переробки вторинних полімерів на атмосферне повітря, виконаних обласним Івано-Франківським лабораторним центром МОЗ України, встановлено, що санітарно-захисна зона (СЗЗ) в 50 м є достатньою в зоні впливу виробництв механічної переробки. Забруднення атмосферного повітря від виробництва з механічної переробки, без стадії механічної активації, діоксидом азоту, оксидом вуглецю та полімерним пилом становили від 0,223 ГДК до 0,493 ГДК; зі стадією механічної активації – від 0,127 ГДК до 0,294 ГДК. Рівень сумарного забруднення атмосфери, розрахований за цими даними, оцінювався як слабо небезпечний (0,41 ГДЗ) для виробництв без стадії механічної активації та, як допустимий (0,261 ГДЗ) для виробництв зі стадією механічної активації.

Максимальні концентрації специфічних забруднюючих речовин (азоту діоксиду, вуглецю оксиду, пилу полімерного) в атмосферному повітрі в районі розміщення виробництв із механічної переробки вторинних полімерів, за традиційною технологією переробки та зі стадією механічної активації, на

нормативній СЗЗ у 50 м не перевищували гігієнічних нормативів даних речовин та відповідали вимогам п. 5.4 ДСП № 173-96.

Проведеними дослідженнями обґрунтовано достатність нормативної СЗЗ в 50 м для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини за традиційною технологією та нову СЗЗ розміром 50 м для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації.

Однак, отримані сумарні показники забруднення характеризують лише ступінь забруднення атмосферного повітря, і тільки за їх величинами неможливо оцінити небезпеку впливу на здоров'я населення. Тому, нами розраховано неканцерогенний ризик присутніх у викидах речовин, що дає змогу кількісно оцінити можливий шкідливий вплив забрудненого повітря на здоров'я людини.

Аналіз розрахунків неканцерогенного ризику дозволив за величиною коефіцієнта небезпеки виділити із досліджуваних сполук ті, що чинять на здоров'я людини найбільший негативний вплив як токсиканти – це діоксид азоту та полімерний пил. Згідно Класифікації рівнів ризику (Human Health Risk Assessment), рівень ризику впливу цих сполук на відстані 15 м та 25 м від виробництв, без стадії механічної активації розглядається як насторожуючий, на відстані 50 м – допустимий. Рівень неканцерогенного ризику впливу вуглецю оксиду оцінюється в усіх випадках як допустимий. Рівень неканцерогенного ризику від виробництва зі стадією механічної активації розглядається як насторожуючий на відстані 15 м (25 м і 50 м – допустимий), для діоксиду азоту та на усіх відстанях для полімерного пилу й оксиду вуглецю, як допустимий.

Критичними органами, що зазнають найбільшого негативного впливу, для такого типу виробництв, є органи дихання, очі, печінка, нирки, центральна нервова система (ЦНС), серцево-судинна система (ССС) та кров.

Із аналізу отриманих під час дослідження даних встановлено, що індекси небезпеки впливу досліджуваних сполук на органи та системи організму для виробництв із механічної переробки полімерної вторинної сировини без стадії механічної активації на відстані: 15 метрів на органи дихання мають насторожуючий рівень ризику, на кров – допустимий, на очі, вади розвитку, ЦНС та ССС – мінімальний; 25 метрів на органи дихання та кров – допустимий, на всі інші органи та системи – мінімальний; 50 метрів на органи

дихання – допустимий, на усі інші органи та системи – мінімальний. Індекси небезпеки для виробництв із механічної переробки полімерів зі стадією механічної активації на відстані: 15 та 25 метрів на органи дихання та кров мають допустимий рівень ризику, на всі інші органи та системи – мінімальний; 50 метрів на всі органи та системи рівень ризику мінімальний.

Отже, за показниками неканцерогенного ризику СЗЗ для виробництва з механічної переробки полімерної вторинної сировини в 50 метрів є достатньою та може бути зменшена для виробництв із механічної переробки полімерної вторинної сировини зі стадією механічної активації.

Наступним кроком стало проведення комплексної гігієнічної оцінки небезпеки продукції та відходів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, вилученої з ТПВ, без та зі стадією механічної активації, для навколишнього середовища.

Узагальнюючи отримані дані встановлено, що всі досліджені зразки продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації, не виявляють гігієнічно значимих токсичних ефектів впливу на тест об'єкти, ні в розведеннях 1:1, ні в більш високих розведеннях. Низька ступінь санітарно-хімічної небезпеки також підтверджується невеликими значеннями показників водно міграційної небезпеки. Всі досліджувані зразки за сукупністю результатів біотестування мають четвертий клас небезпеки, що добре корелює з наявними літературними даними присвяченими дослідженням полімерів та їх відходів.

Аналізуючи отримані результати біотестування відходів (шламу) досліджених процесів механічної переробки встановлено, що шлам процесу переробки без стадії механічної активації виявляє токсичний ефект лише під час фітотестування на зміну довжини стебла та кореня. Шлам отриманий у процесі механічної переробки зі стадією механічної активації не виявляє гігієнічно значимих токсичних ефектів впливу полімерів на дослідженні тест об'єкти в будь-яких концентраціях. Отже, шлам без розведення традиційної технології механічної переробки вторинної полімерної сировини за підсумковим індексом небезпеки віднесено до 3 класу небезпеки, а розробленої технології зі стадією механічної активації – до 4 класу небезпеки.

За показниками біотестування проведено порівняння традиційної технології механічної переробки вторинної полімерної сировини, результати якої прийнято за 100 %, та розробленої зі стадією механічної активації. Порівнянням встановлено, що розроблена технологія переробки є достовірно більш гігієнічно безпечною за показниками: впливу на летальність *Daphnia magna Straus* за 96 годин, фітотестування за довжиною стебла та кореня; ОВМП хімічних речовин водних та буферних розчинів у воді та під час введення у ґрунт.

На наступному етапі нами було проведено моделювання та прогнозування впливу кількості доданого шламу у ґрунт на: ґрунтові мікроорганізми (гриби, сапротрофні ґрунтові бактерії), гідробіонти (*Daphnia magna Straus*, *Paramecium caudatum*), на рослинні тест-організми (схожість, довжина стебла). Моделюванням підтверджено адекватність та збіжність отриманих результатів та зроблено прогноз, що дозволяє оцінити вплив різних концентрацій шламу на біологічні об'єкти.

Комплексною оцінкою традиційної та розробленої технології механічної переробки вторинних полімерів встановлено, що впровадження даної технології дозволить зменшити техногенне навантаження на довкілля, викликане накопиченням відходів, покращить гігієнічну обстановку на об'єктах тимчасового зберігання та захоронення побутових відходів, при цьому зменшиться захворюваність населення та підвищиться його працездатність. Покращення соціально-медичної обстановки зменшить обсяг видатків на медичні, санітарно-технічні, гігієнічні та соціально-економічні заходи, спрямовані на попередження захворювань та усунення факторів ризику, викликаних об'єктами зберігання та захоронення відходів.

Продукція переробки полімерних відходів може бути використана в різних галузях народного господарства. Завдяки цьому буде зменшено, як кількість полімерних відходів, що потрапляють на полігони та звалища, так і техногенне навантаження від них на всі компоненти біосфери і населення, що проживає в зоні впливу полігонів і звалищ.

Із метою виявлення взаємозв'язку в розвитку загальної і професійної захворюваності робітників процесу переробки полімерів вивчили сукупність несприятливих чинників, що впливають на працівників. Проведені дослідження і

гігієнічна характеристика умов праці операторів переробки полімерів механічним методом дозволили дати оцінку умовам праці працівників процесу переробки сумішей вторинних полімерів.

Проведеними інструментальними дослідженнями встановлено, що умови праці операторів процесу переробки змішаних полімерів характеризуються комбінованим впливом на організм працівників комплексу несприятливих виробничих чинників різнонаправленої дії. Основними несприятливими чинниками є запиленість повітря робочої зони полімерним пилом зі змішаним та нестабільним у часі складом, шум, важкість праці.

Оцінка впливу джерел шуму на організм операторів переробки полімерів виявила перевищення рівня звукового тиску від технологічних апаратів на всіх робочих місцях у межах $7,8 \pm 4,6$ дБА (клас умов праці 3.2).

У зв'язку з тим, що переробку полімерів проводять у приміщенні ангару, де природне освітлення відсутнє, клас умов праці усіх операторів процесу віднесено до 3.2.

Гігієнічна оцінка параметрів мікроклімату виявила, що на всіх робочих місцях, крім оператора автотранспортувача, умови праці належать до класу - 3.1. Умови праці оператора автотранспортувача віднесено до класу 3.4 у зв'язку зі значними температурними коливаннями $11,7 \pm 7,4$ °С та швидкістю руху повітря $0,7 \pm 0,18$ м/с.

Оцінкою важкості трудового процесу встановлено, що умови праці операторів варіюють від допустимих (оператор технологічного процесу) до шкідливих - 3.2 (розбирач тюків та оператор подрібнення). За гігієнічною оцінкою напруженості трудового процесу умови праці операторів відносяться до шкідливого класу - 3.2 в зв'язку зі значним шумовим навантаженням, що перешкоджає вловлюванню і передачі інформації між учасниками процесу переробки, а також своєчасного отримання звукових сигналів від оператора процесу та устаткування.

Комплексною гігієнічною оцінкою встановлено, що умови праці операторів процесу переробки полімерних відходів відносяться до класу 3.2, окрім оператора автотранспортувача - клас. 3.4. Відповідно до ДержСНІП наказ

МОЗ від 08.04.2014 № 248, встановлено, що такі умови праці можуть призвести до розвитку захворювань, пов'язаних із роботою.

Спираючись на результати комплексної гігієнічної оцінки нами розроблено комплекс заходів, спрямований на оптимізацію умов праці операторів процесу переробки полімерів. Комплекс містить організаційні, санітарно-технічні та медико-профілактичні заходи, впровадження яких знизить негативний вплив несприятливих виробничих чинників на стан здоров'я працюючих і підвищить продуктивність та якість праці. Впровадження комплексу заходів покращило умови праці операторів вивантаження-пакування та автонавантажувача до класу 2, подрібнення та розбирача тюків до класу 3.1.

Дослідженнями наповнених механічно активованими полімерами цементно-піщаних композицій встановлено: максимальна кількість введення наповнювача з полімерів досягає: для ПВХ – 19 %; для ПЕТФ – 18 %; для сумішей ПЕ + ПП – 5,25 %. При цьому максимальний вміст наповнювача, який не погіршує фізичні властивості композицій: для ПВХ – $6,3 \pm 0,42$ %; для ПЕТФ – $4,6 \pm 0,27$ %; для ПЕ+ПП – $0,43 \pm 0,063$ %; покращення для усіх досліджених зразків фізичних (до $34,4 \pm 2,7$ %), корозійних (до $96,7 \pm 4,34$ %), теплоізоляційних на $46,7 \pm 1,73$ % та звукоізоляційних ($94,1 \pm 1,56$ %) властивостей, у порівнянні зі зразками ненаповненими полімерами; що продуктом корозійної деструкції зразків композицій у різних агресивних водних середовищах, є суміш неорганічного аморфного осаду складу: $\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – $97,9 \pm 0,43$ % від загальної кількості осаду, інше – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}_2(\text{OH})_3$. Продукти деструкції є нетоксичними, нерозчинними або малорозчинними простими неорганічними сполуками, що не чинять негативного впливу на довкілля та людину; зменшення ваги зразків на $15,6 \pm 2,38$ % без погіршення їх властивостей.

Оцінка впливу обробки ПАР поверхні полімерних наповнювачів на властивості композицій: досягнуто збільшення маси полімерного наповнювача у композиції для ПВХ – $25,4 \pm 1,12$ %; для ПЕТФ – $24,25 \pm 0,85$ %; для сумішей ПЕ+ПП – $6,25 \pm 0,25$ %. Поєднання фізичного та хімічного зчеплення полімерів із компонентами композицій дозволило збільшити кількість наповнювача в них для ПЕТФ – на $37,5 \pm 2,37$ %, для ПВХ – на $38,3 \pm 2,24$ %, для сумішей ПЕ+ПП –

на $27,6 \pm 0,85$ %, у порівнянні з необробленими ПАР полімерами; покращення для усіх зразків фізичних (до $38,6 \pm 3,42$ %), корозійних (до $257 \pm 5,42$ %), теплоізоляційних (на $57,9 \pm 4,21$ %) та звукоізоляційних властивостей (на $99,47 \pm 0,22$) у порівнянні із контрольними; у жодному дослідженому зразку, що перебував у різних агресивних водних середовищах, не виявлено перевищення концентрації ПАР, яка нанесена на поверхню полімера, вище встановлених ГДК для води питного постачання; досягнуто зменшення ваги готових виробів на $21,3 \pm 2,13$ % без погіршення їх властивостей.

Отримані результати пояснюють дані проведеного мікроскопічного аналізу зразків, якими виявлено рівномірний розподіл зерен цементу та піску в усьому об'ємі зразків, завдяки великій питомій шорохуватій поверхні полімерів, а також зародження центрів кристалізації та ріст кристалів цементно-піщаної матриці з поверхні полімерів вкритої ПАР. Так виникає міцне хімічне з'єднання між складовими композиції та полімерами, в якому молекули ПАР, які володіють водночас і гідрофобними і гідрофільними властивостями, відіграють роль «клею», що з'єднує неорганічні складові композиції органічною складовою – полімерним наповнювачем.

У результаті проведених досліджень нами розроблено оптимальні склади композицій із полімерами залежно від їх призначення:

- за стійкістю до фізичних навантажень – 1 частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок + перероблені полімери) із вмістом: ПВХ – $9,72 \pm 0,37$ %, ПЕТФ – $8,2 \pm 0,18$ %, сумішей ПЕ+ПП – $1,63 \pm 0,08$ %;

- за стійкістю в агресивних водних середовищах – 1 частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача з вмістом: ПВХ – $8,23 \pm 0,41$ %, ПЕТФ – $7,08 \pm 0,24$ %, сумішей ПЕ+ПП – $1,14 \pm 0,063$ %;

- за тепло- та звукоізоляційними властивостями – 1 частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача з вмістом: ПВХ – $25,3 \pm 0,57$ %, ПЕТФ – $24,27 \pm 1,23$ %, сумішей ПЕ+ПП – $6,35 \pm 0,15$ %. Дані суміші мають кращі тепло- та звукоізоляційні властивості ніж газо-, пінобетон та цегла пустотіла.

Еколого-гігієнічним обґрунтуванням показників оптимізації складу цементно-піщаних композицій, наповнених переробленими полімерами, в залежності від їх

призначення, встановлено, що з позицій співвідношення кількості доданих перероблених полімерів у композиції залежно від виду полімеру, найкращими є:

- за фізико-механічними властивостями: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери) із вмістом ПВХ – 10,25 %; із вмістом ПЕТФ – 8,5 %; із вмістом суміші ПЕ+ПП – 1,75 %;

- за найбільшою кількістю доданих полімерних відходів, при якій виробу з них мають достатню міцність, яка дозволяє використовувати їх у будівництві: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери) із вмістом ПВХ – 26,5 %; із вмістом ПЕТФ – 25,25 %; із вмістом ПЕ – 6,75 %;

- за найкращою стійкістю в водних агресивних хімічних середовищах і мінімальними фільтраційними властивостями: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери) із вмістом ПВХ – 8,75 %; із вмістом ПЕТФ – 7,25 %; із вмістом суміші ПЕ+ПП – 1,25 %;

- за найкращими теплоізоляційними властивостями: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери) із вмістом ПВХ – 26,5 %; із вмістом ПЕТФ – 25,25 %; із вмістом ПЕ – 6,75 %;

- найкращі звукоізоляційні властивості: одна частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок+перероблені полімери) із вмістом ПВХ – 26,5 %; із вмістом ПЕТФ – 25,25 %; із вмістом ПЕ – 6,75 %.

Виконаною еколого-гігієнічною оцінкою розробленої технології використання адсорбентів, отриманих із перероблених полімерних відходів для вилучення нафтопродуктів із поверхні води та водо-нафтових сумішей, встановлено, що:

- нафтопоглинання полімерів за $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ змінюється від $12,4 \pm 0,15$ до $36,7 \pm 0,54$ г/г в залежно від виду полімеру та величини його частинок;

- основна маса нафти активно сорбувалась у перші 3-5 хв, подальше збільшення тривалості контакту не мало суттєвих змін на величину нафтовилучення;

- найкращими сорбційними характеристиками володіли зразки сумішей ПЕ+ПП із розмірами – ширина від 3,5 мм до 5,0 мм та довжина від 60 мм до 100 мм, нафтовилучення від $34,8 \pm 2,1$ г/г до $36,4 \pm 1,8$ г/г за $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- перероблені полімери, володіють хорошим нафтопоглинанням і за знижених температур.

Зафіксовано значне зростання сорбції нафти, для усіх зразків, виготовлених та наповнених переробленими ПЕТФ (до $+ 62,4 \pm 2,4$ % від початкових значень) і ПВХ (до $+ 42,6 \pm 1,6$ % від початкових значень) незалежно від розміру сорбента, після першого «віджиму» та повторного використання.

Це пояснюється покращенням олеофільних властивостей полімерів після змочування їх поверхні вуглеводнями, котрі покращують зчеплення полімеру з нафтопродуктами. Перероблені полімери, крім практично нульового водопоглинання та високих показників нафтовилучення, володіють здатністю до багатократної регенерації (для ПЕТФ до 74 циклів, до 14 циклів із $89,4 \pm 1,8$ % віджимом поглинутої нафти та до більше, ніж 100 циклів регенерації для ПВХ, до 57 циклів регенерації віддають $83,4 \pm 0,6$ % поглинутої нафти).

Однак у результаті досліджень встановлено значне погіршення нафтовилучення зразків, наповнених сумішами ПЕ+ПП незалежно від розміру наповнювача, після першого «віджиму» нафти та повторного їх використання. Зафіксовано склеювання волокон між собою та грудкування сорбенту з сумішей ПЕ+ПП.

Отримані сорбенти, з перероблених полімерів, є значно ефективніші за будь-які природні сорбенти, що застосовують для уловлення нафти під час аварій.

Розроблено математичну модель, що описує залежність нафтовилучення від площі поверхні сорбенту з механічно перероблених та активованих вторинних полімерів.

Результатами застосування сорбентів із подрібнених на частинки полімерів у середовищі рослинних ПАР із *Saponaria officinalis* (Мильнянки лікарської) та *Aesculus hippocastanum* (Кінського каштану), під час флотаційного розділення нафто-водяних сумішей, встановлено:

- традиційно перероблені ПЕТФ знижують концентрацію нафти у водо-нафтовій суміші в 2,2 рази (на $54,1 \pm 0,42$ %), ПВХ - в 2,5 рази (на $58,7 \pm 1,86$ %), ПП - в 2,4 рази (на $56,85 \pm 3,15$ %), ПЕ - в 2,1 рази (на $48,7 \pm 3,16$ %);

- додаткова механічна активація полімерів збільшує вилучення нафти із водо-нафтової суміші, у якій присутні рослинні ПАР для ПЕТФ у 3,4 рази (на

68,35±2,75 %), для ПВХ - у 4,3 рази (на 74,9±1,27 %), для ПП відходів у 3,8 рази (на 71,7±2,07 %), для ПЕ відходів у 3,3 рази (на 68,4±2,13 %);

- нанесення на поверхню механічно активованих полімерів рослинного ПАР із Мильнянки збільшує кількість вилученої нафти із водо- нафтових сумішей: для ПЕТФ на 84,6±3,42 % (0,233±0,012 мг/дм³), що в 1,15 рази нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення; для ПВХ на 87,1±3,16 % (0,218±0,008 мг/дм³), що в 1,3 рази нижче ГДК; для ПП на 87,4±2,56 % (0,217±0,019 мг/дм³), що в 1,25 рази нижче ГДК; для ПЕ на 85,15±3,72 % (0,242±0,027 мг/дм³), що в 1,1 рази нижче ГДК.

Отримані дані дають підстави запропонувати використовувати перероблені та механічно активовані вторинні полімери, на поверхню яких нанесено рослинну ПАР із Мильнянки, як ефективні сорбенти для вилучення нафти з водо-нафтових сумішей.

Встановлено, що застосування піноутворювача з розчину Мильнянки, під час флотаційного розділення нафто-водяних сумішей, дозволяє вилучити до 30,4±1,84 % нафти з сумішей. ПАР із Мильнянки лікарської є екологічно безпечним та достатньо ефективним диспергентом, тому її можна рекомендувати для інтенсифікації очищення забрудненої розчиненою нафтою води.

Нами сконструйована проста, модельна установка, для флотаційного відділення нафти з водо-нафтових сумішей. Провідним параметром ефективної роботи зазначеної установки є одночасне введення в флотаційну камеру рослинної ПАР і сорбентів із вторинних полімерів, поверхню яких після механічної активації вкрито рослинною ПАР. Поєднання флотаційної очистки в середовищі рослинної ПАР, із сорбцією на поверхні продуктів переробки вторинних полімерів, забезпечує безпечне та ефективне видалення нафти з водо-нафтових сумішей. Дослідженнями показано, що якщо флотація проходить за розробленим способом, то ефективність очистки сягає 89,1±1,47 % .

За ступенем очистки, фізико-хімічними властивостями та відповідністю гігієнічними вимогам, отримані сорбенти підходять в якості фільтруючих наповнювачів. Сорбенти можна рекомендувати для видалення розчинених нафтопродуктів із стічних вод, для наповнення технічних засобів для уловлення та видалення нафто-продуктів під час їх аварійних виливів чи скидів. Це є дуже

важливим фактором з точки зору санітарної охорони водних об'єктів від забруднення нафтою та нафтопродуктами.

Виконано порівняльний аналіз національного законодавства у сфері поводження з ТПВП і встановлення його відповідності європейському. Із метою досягнення максимальної відповідності законодавства України, в сфері поводження з відходами, міжнародному – подано Проект Закону України «Про управління відходами» № 2207-1-д від 04.06.2020 р., що відповідає основній парадигмі поводження з відходами, котрої дотримуються країни-члени ЄС.

Основними проблемними питаннями в сфері поводження з відходами в Україні залишаються:

- відходи упаковки та механізм поводження з ними (Проект закону «Про упаковку та відходи упаковки» від 05.02.2016 р., № 4028 відкликано, 03.02.2020 р., подано новий, що проходить обговорення);

- система поводження, механізм розрахунку лімітів на утворення відходів, їх паспортизації та інвентаризації;

- відсутня видача дозволів на здійснення операцій поводження з відходами;

- відсутній контроль, на місцях, за поводженням із небезпечними відходами.

Після зупинення дії ДержСНіП 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» з 2014 року втратила чинність система визначення класів небезпеки відходів.

Державний класифікатор відходів ДК 005-96 не відповідає сучасним міжнародним вимогам та не забезпечує якісне ідентифікування відходів.

Потрібне реформування дозвільної системи за вимогами ЄС – це важлива для інвесторів лібералізація процесу отримання дозволів, який має бути максимально прозорим, щоб реформа запрацювала на практиці. Для вдосконалення нормативно-правової бази України у сфері поводження з відходами необхідним є застосування й впровадження в законодавчу і виконавчу практику норм міжнародного права та позитивного міжнародного досвіду. Це

дозволить успішно реалізовувати проекти поводження з ТПВ, які містять полімери та формувати ефективні підходи управління ними.

Проведено наукове обґрунтування нових концептуальних підходів до вдосконалення нормативно-правової бази щодо поводження з побутовими відходами, до складу яких входять полімери.

Успіх реформи поводження з ТПВ залежить не тільки від якості тексту законопроекту чи регіональних планів, але й від того, яким буде розподіл повноважень у цій сфері. В Україні повноваження у сфері управління відходами поділені між двома міністерствами – Міндовкілля – увесь блок формування державної політики в сфері управління відходами, та Мінрегіон – побутові відходи.

Муніципальні відходи за визначенням Директиви ЄС «Про відходи» охоплюють відходи упаковки, електричного і електронного обладнання та інші небезпечні відходи – всі вони є небезпечними для довкілля і мають регулюватися за тими ж принципами, що й інші відходи – органом, що формує політику у сфері охорони довкілля – Міндовкіллям. Тому Міндовкілля має формувати політику, включаючи діяльність у сфері муніципальних відходів.

Імплементация тільки Директиви 2008/98/ЄС «Про відходи» неможлива без зміни ідеології у сфері поводження з ТПВ та розроблення нової редакції рамкового Закону «Про відходи» і підзаконних актів на його реалізацію. Перед усім необхідно розробити закон на заміну ЗУ «Про відходи», переглянути СанПіН 2.2.7.029-99 та Державний класифікатор відходів ДК-005-96, розробити Національний перелік відходів відповідно до європейських стандартів, переглянути форми статистичних спостережень за відходами та розробити нову нормативну базу екологічного податку і зміни до Податкового кодексу України.

На нашу думку, необхідно також уточнити два ключові визначення – «тверді побутові відходи» та «вторинна сировина» для вдосконалення нормативно-правової бази щодо поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери.

На основі проведеного аналізу відповідності чинного українського законодавства у сфері поводження з побутовими відходами, до складу яких входять полімери, європейському нами запропоновано:

- внесення 9 пропозиції щодо змін і доповнень до проекту Закону України «Про управління відходами», що враховує зауваження експертів ЄС до

попередньої редакції законопроекту (05.02.2016 № 4028 «Про упаковку та відходи упаковки») та підтримано на Національному Форумі «Поводження з відходами в Україні» від 10.10.2020 року;

- з метою збільшення обсягів вилучення вторинної сировини та розвитку галузі переробки відходів – пропонуємо уточнити визначення «Тверді побутові відходи – це частина твердих комунальних відходів, що містить найбільш цінні для використання в народному господарстві компоненти та небезпечні відходи населення». Визначення не враховує використання енергетичних ресурсів як вторинної сировини з метою отримання енергії за наявних технологій. Тому доцільно скорегувати визначення: «Вторинна сировина - вторинні матеріальні та енергетичні ресурси, що реально можливо та доцільно використати в економіці країни з урахуванням еколого-гігієнічного, соціального, економічного, технологічного та нормативно-правового аспекту»;

- поділ на групи країн членів ЄС та СНД за результатами аналізу рівня розвитку їх системи поводження з ТПВП;

- виокремлено основні проблеми реалізації нової системи поводження з ТПВП.

У ситуації, що склалася в Україні в сфері поводження з побутовими відходами, можливі кілька варіантів вирішення: від кардинальних змін загальнонаціонального масштабу до невеликих, мало затратних, поступових кроків, спрямованих на зміну уявлення про поводження з відходами в свідомості пересічного українця.

До кардинальних змін пропонується впровадження однієї (всіх) із трьох моделей розширеної відповідальності виробника (РВВ) та їх поєднань, які ефективно працюють у країнах-членах ЄС та світі й можуть бути втілені в Україні. На нашу думку, найбільш оптимальним є впровадження моделей розширеної відповідальності виробника із залученням координаційного агента для управління потоками відходів упаковки. Координаційні агенти, як відокремлені структури або неприбуткові організації поводження з відходами, що утворюються на певній території, укладають угоди і здійснюють розрахунки з організаціями, що надають послуги та експлуатують відповідну інфраструктуру. Для вторинних полімерів вилучених із ТПВ пропонуємо впровадити розроблену гнучку

технологічну систему переробки. Технологічні елементи системи працюють за схемою: накопичувач → пристрій для переробки полімерів → накопичувач. Структура кожної підсистеми виконана так що сировиною для неї служить попередній напівфабрикат, а результатом її роботи є проміжний продукт або готовий виріб. Це здійснить територіальну декомпозицію виробничої системи переробки вторинних полімерів на технологічні модулі певного рівня, що забезпечить уніфікацію виготовлення напівфабрикату (продукту) та стабільну взаємодію з підсистемами вищого рівня.

Застосування такої моделі в Україні є перспективним, з огляду на:

- модель поєднує в собі прагнення муніципальних органів влади досягти цільових показників із переробки відходів, до складу яких входять полімери, та зменшити обсяг їх захоронення на полігонах у найбільш економічний спосіб;
- фінансових можливостей місцевих бюджетів є недостатньо для якісного вирішення проблеми поводження з ТПВП;
- використання найбільш ефективних технологій переробки та ефект масштабності дозволяють зменшити витрати на одиницю переробки ТПВП;
- модель координаційного агента для управління потоками побутових відходів поєднує низку характеристик, які є важливими для впровадження інноваційної проєвропейської концепції поводження з ТПВП, в Україні, а саме:
 - єдине й цілісне бачення кінцевого результату поводження з ТПВП, що зробить ринок відходів більш прогнозованим і прозорим для регуляторних органів, операторів поводження з відходами та інвесторів;
 - розмаїття регіональних підходів до вибору технологій, методів переробки та механізмів фінансування, з прив'язкою до конкретних умов, які залежать від екологічної ситуації, що склалася в регіоні з поводженням ТПВ та економічних передумов для її вирішення;
 - забезпечення та збереження єдиного підходу до контролю чинників, які безпосередньо впливають на стан довкілля, – технічної й санітарної безпеки об'єктів інфраструктури управління ТПВП.

До невеликих, мало затратних, поступових кроків у просуванні європейської парадигми поводження з ТПВП є інформування різних цільових

груп шляхом застосування методів непрямого впливу (екологічна освіта та інформування населення, економічні інструменти). Реалізація даних методів є характерною для безструктурного способу управління сферою поводження з ТПВ, як в Україні, за якого відсутні заздалегідь створені організаційні структури, і відбувається циркулярне поширення інформації (тобто, одна і та ж інформація поширюється між багатьма елементами).

Результатом поінформованості суспільства стане концептуальна зміна точки зору на відходи і розуміння того, що відповідальність за поводження з відходами несуть не лише комунальні служби, а й ті, хто ці відходи створює (виробники і населення).

Поширення інформації може здійснюватися: органами державної влади із залученням громадських і релігійних організацій через ЗМІ; створення інформаційних інтернет-порталів із питань поводження з відходами; розміщення реклами в місцях скупчення людей; розповсюдження листівок; проведення бесід і практичних занять з вихователями і вчителями; організаціями конкурсів дитячо-юнацьких робіт на тему безпечного поводження з відходами; проведення конференцій, семінарів, лекцій.

Метою інформування є забезпечення висвітлення повноти інформації про еколого-економічні і соціальні наслідки накопичення побутових відходів, до складу яких входять полімери, а також про способи розв'язання цієї проблеми, зокрема через реалізацію концепції "нульових відходів", яка спрямована на вирішення трьох основних завдань:

1) зниження до нуля токсичності відходів, тобто зменшення небезпечних для навколишнього середовища і здоров'я людей речовин, які входять до складу відходів з метою їх подальшого повного виключення;

2) зменшення до нуля обсягів органічних відходів, що розміщуються на звалищах без попередньої обробки (компостування), що зменшить викид парникових газів, які впливають на зміну клімату. Концепція "нульових відходів» передбачає зберігання енергії, що міститься у відходах (за рахунок вторинного використання відходів), а також використання поновлюваних джерел енергії у процесі переробки відходів;

3) зменшення до нуля всього обсягу утворення відходів: всі відходи повинні вважатися ресурсами, для яких потрібно знайти відповідний спосіб використання.

На сучасному етапі система поводження з відходами в Україні потребує значного вдосконалення для досягнення відповідності європейським нормам. Незважаючи на те, що в рамках Угоди про асоціацію на нашу державу покладено обмежене коло зобов'язань, ми повинні орієнтуватися на останні зміни і тенденції Європейського законодавства, але з урахуванням своїх реальних можливостей.

Впровадження результатів дисертаційної роботи дозволить практично реалізувати: концепції Законів України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»; «Про відходи»; «Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони»; «Про охорону навколишнього природного середовища»; «Про оцінку впливу на довкілля»; «Про стратегічну екологічну оцінку»; «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»; «Про металобрухт»; «Про житлово-комунальні послуги»; «Про благоустрій населених пунктів»; «Про ветеринарну медицину»; «Про ліцензування видів господарської діяльності»; «Про альтернативні джерела енергії»; «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною»; «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції»; проектів Закону України «Про упаковку та відходи упаковки», «Про поводження з відходами». Забезпечити виконання вимог ратифікованих Україною Директив: 1999/31/ЄС «Про захоронення відходів»; 2008/98/ЄС «Про відходи рамкова»; 99/61/ЄС "Про всеохоплююче запобігання забрудненню та його контроль"; 2008/99/ЄС "Про охорону навколишнього природного середовища та кримінальну відповідальність"; 94/62/ЄС "Про упаковку та відходи від упаковки"; 2010/75/ЄС "Про промислові викиди (комплексне попередження забруднення та контроль)".

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі узагальнення проведеного порівняльного аналізу наявних технологій у сфері поводження з ТВПП розроблено екологічно безпечний процес утилізації полімерних побутових відходів на основі механічної переробки, що сприяє збереженню здоров'я населення та охороні довкілля. Порівняння та узагальнення нормативно-правової бази у сфері поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, дало можливість розробити ряд нових концептуальних підходів щодо її вдосконалення з метою досягнення рівнів переробки, рекомендованої ЄС, що задекларовані в розпорядженні Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820 «Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року».

Отримані результати наукового дослідження дозволяють рекомендувати:

- Міністерствам розвитку громад та територій, охорони здоров'я, захисту довкілля та природних ресурсів України, із метою збільшення обсягів вилучення вторинної сировини та розвитку галузі переробки відходів, внести зміни та доповнення, запропоновані нами, в проект Закону України «Про управління відходами» № 2207-1 від 16.10.2019;

- Міністерствам розвитку громад та територій України культури та інформаційної політики, захисту довкілля та природних ресурсів, фінансів, юстиції внести правки до проекту Закону України «Про управління відходами» № 2207-1 від 16.10.2019, розробити законопроект «Про упаковку та відходи упаковки» у відповідності до Директиви 94/62/ЄС «Про упаковку та відходи упаковки» і досвіду найкращих європейських практик, які пропонують впроваджувати моделі розширеної відповідальності виробника із залученням координаційного агента для управління потоками відходів упаковки;

- Міністерствам культури та інформаційної політики, захисту довкілля та природних ресурсів України, забезпечити запропоноване нами інформування різних цільових населення з метою є забезпечення висвітлення повноти інформації про еколого-економічні і соціальні наслідки накопичення побутових відходів, до складу яких входять полімери, а також про способи розв'язання цієї проблеми, зокрема через реалізацію концепції "нульових відходів";

- Міністерствам охорони здоров'я, захисту довкілля та природних ресурсів України, у зв'язку з призупиненням дії ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення», що призвело до унеможливлення встановлення класу небезпеки відходів, впровадити проект Державних санітарних правил «Встановлення класу небезпеки відходів» (розроблений ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України») з метою забезпечення наближення законодавства України до законодавства ЄС в частині інтеграції екологічної політики та забезпечення мінімізації впливу негативних чинників на здоров'я населення, що відповідає вимогам Директиви ЄС 2008/98/ЄС.

- Міністерствам розвитку громад та територій, енергетики України розробити план заходів із застосування продуктів механічної переробки полімерних відходів у будівельній та інших галузях народного господарства; під час ліквідації аварійних виливів, скидів нафти і нафтопродуктів та вилучення розчинених нафтопродуктів із промислових і міських стічних вод;

- Міністерствам енергетики, захисту довкілля та природних ресурсів України розробити план впровадження технології механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації як найбільш екологічно та економічно обґрунтованого способу поводження з сумішами побутовими полімерних відходів;

- Міністерствам енергетики, захисту довкілля та природних ресурсів фінансів України внести зміни і доповнення до «Національних і регіональних планів управління відходами» в частині «Проведення аналізу з метою вибору оптимальної системи поводження з відходами (інфраструктура для збирання, роздільного збирання, перероблення, оброблення та видалення) та практичні заходи, що необхідні для її впровадження» шляхом рекомендації до впровадження розробленої технології механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації, що сприяє модернізації матеріально-технічної бази суб'єктів господарювання з багаторазового використання природних ресурсів та перероблення і утилізації відходів та підвищення рівня перероблення побутових відходів;

- органам місцевого самоврядування та територіальних громад забезпечити реалізацію на місцях проектів впровадження технології механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації;

- органам місцевого самоврядування та територіальних громад забезпечити реалізацію інформування населення щодо поводження із відходами, до складу яких входять полімери, шляхом залученням до цього громадських і релігійних організацій через ЗМІ (періодичні публікації в пресі, постійна агітаційна робота на телебаченні, звернення по радіо); створення інформаційних інтернет-порталів із питань поводження з відходами; розміщення зовнішньої реклами в місцях скупчення людей; розповсюдження листівок, брошур; проведення бесід і практичних занять з вихователями дитячих дошкільних установ, учителями, батьками, дітьми; організації конкурсів творчих і дослідницьких робіт на тему безпечного поводження з відходами, до складу яких входять полімери; проведення екологічних конференцій, семінарів тощо;

Вищим навчальним закладам і закладам післядипломної освіти:

- розробити освітні стандарти та освітньо-професійні програми відповідно до міжнародних вимог до підготовки фахівців з управління відходами та ресурсами;

- розробити програми підвищення кваліфікації фахівців у сфері управління відходами та ресурсами;

- забезпечити виконання і включення до навчальних планів та програм до дипломної підготовки студентів питань щодо з управління відходами та ресурсами;

- доповнити плани і програми навчальних циклів післядипломної освіти бакалаврів та магістрів питаннями щодо з управління відходами та ресурсами у відповідній галузі.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на підставі проведеного комплексу досліджень теоретично узагальнено та науково обґрунтовано нове рішення актуального наукового завдання у сфері поводження з полімерами, вилученими з ТПВ, як одного з найбільш поширених, небезпечних забруднювачів навколишнього природного середовища, шляхом впровадження розробленої удосконаленої технології механічної переробки полімерів зі стадією механічної активації. Проведено комплексну санітарно-гігієнічну оцінку впливу на навколишнє природне середовище та безпеки для здоров'я населення розробленої технології, отриманої продукції та відходів. Дослідженнями встановлено, що дана технологія є менш відходною за традиційну технологію механічної переробки полімерів, а її відходи та продукція – більш безпечні. Експериментально доведено безпеку та можливість застосування отриманої продукції в різних галузях народного господарства. Використані сучасні методичні підходи стали основою розробки гнучкої технологічної системи переробки вторинних полімерів вилучених з ТПВ, що створило підґрунтя для імплементації міжнародного законодавства в частині зменшення кількості полімерів у ТПВ та кількості ТПВ, що захороняють на полігонах.

1. Встановлено, що найбільш екологічно безпечним та економічно доцільним є метод механічної переробки полімерів відходів, який усуває деструкцію полімерів, а з нею негативний вплив полімерів на довкілля. У той же час на ринку устаткування з переробки вторинних полімерів відсутні дешеві, малогабаритні, високо-продуктивні, енергоощадні, та надійні пристрої, якими необхідно оснастити пункти прийому та заготівлі вторинної полімерної сировини для зменшення її обсягів і попередньої підготовки до переробки.

2. Розроблено та запропоновано для впровадження нову інноваційну технологію переробки вторинних полімерів, шляхом удосконалення методу механічної переробки. Технологія відрізняється від відомих: меншою кількістю стадій переробки; введенням стадії механічної активації; меншим техногенним

навантаженням на довкілля (на $21,8 \pm 4,6$ % менше енерговитрат, на $27,8 \pm 1,4$ % пришвидшено процес переробки, зменшено кількість газоподібних викидів на $51,44 \pm 8,05$ % і на $6,3 \pm 1,68$ % шламу порівняно з традиційною механічною технологією переробки вторинних полімерів); отриманим продуктом, який можна застосувати у різних галузях народного господарства.

3. Науково обґрунтовано гігієнічні критерії розміщення виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, без та зі стадією механічної активації. Доведено достатність нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) розміром 50 м до межі житлової забудови для виробництв традиційної механічної переробки вторинної полімерної сировини та обґрунтовано нову СЗЗ 50 м для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації, котру може бути зменшено.

4. Встановлено, що на межі нормативної СЗЗ 50 м в зоні впливу виробництв механічної переробки: традиційної – забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту, оксидом вуглецю та полімерним пилом становили від 0,223 ГДК до 0,493 ГДК; зі стадією механічної активації – від 0,127 ГДК до 0,294 ГДК, що не перевищувало відповідні гігієнічні нормативи. Рівень сумарного забруднення атмосферного повітря оцінювався як слабо небезпечний (0,41 ГДЗ) для виробництв із традиційною механічною переробкою та, як допустимий (0,261 ГДЗ) для виробництв зі стадією механічної активації. За величиною коефіцієнта небезпеки впливу на здоров'я людини найбільший негативний вплив чинять діоксид азоту та полімерний пил. Рівень ризику впливу цих сполук: від традиційної технології переробки на відстані 15 м та 25 м розглядається як насторожуючий, на відстані 50 м – допустимий; від виробництва зі стадією механічної активації – насторожуючий на відстані 15 м (25 м і 50 м – допустимий), для діоксиду азоту та на усіх відстанях для полімерного пилу й оксиду вуглецю, як допустимий.

Критичними органами, що зазнають найбільшого негативного впливу є органи дихання, очі, печінка, нирки, центральна нервова система (ЦНС), серцево-судинна система (ССС) та кров. Індекси небезпеки впливу досліджуваних сполук на органи та системи організму: для традиційної технології переробки на межі СЗЗ на органи дихання – допустимий, на усі інші органи та системи – мінімальний

рівень ризику; для виробництв із стадією механічної активації на межі СЗЗ рівень ризику на всі органи та системи – мінімальний.

5. Показано за результатами проведеного комплексного біотестування, що досліджені продукти переробки вторинної полімерної сировини традиційної механічної переробки та розробленої нами технології зі стадією механічної активації, належать до 4 класу небезпеки, окрім продуктів з ПВХ, отриманих традиційною переробкою. Відходи виробництв (шлам) без розведення традиційної технології механічної переробки вторинної полімерної сировини за підсумковим індексом небезпеки віднесено до 3 класу небезпеки (пригнічення росту стебла до $-30,3 \pm 2,86\%$ та кореня до $-39,92 \pm 3,54\%$), а розробленої технології зі стадією механічної активації – до 4 класу небезпеки.

6. Встановлено, що умови праці робітників процесу переробки змішаних полімерних відходів характеризуються комбінованим впливом на організм комплексу несприятливих виробничих чинників різнонаправленої дії. Основні небезпечні чинники – запиленість повітря робочої зони полімерним пилом зі змішаним та нестабільним у часі складом; шум; охолоджувальний мікроклімат; важкість праці. Інтегральною оцінкою умов праці операторів процесу переробки полімерних відходів встановлено, що умови праці операторів вивантаження-пакування, подрібнення, технологічного процесу та розбирача тюків оцінюються за «Гігієнічною класифікацією праці», як клас 3.2, а оператора автонавантажувача - 3.4, що може викликати розвиток захворювань, пов'язаних із роботою. Розроблено комплекс заходів з оптимізації умов праці та запобігання розвитку професійних захворювань у операторів процесу переробки полімерних відходів. Це покращило умови праці операторів вивантаження-пакування та автонавантажувача, віднесенням їх умов праці до класу 2, подрібнення й розбирача тюків - до класу 3.1.

7. Встановлено, що ефективність вилучення нафти з поверхні води, механічно переробленими та активованими полімерами змінюється від $12,4 \pm 0,15$ г/г до $36,7 \pm 0,54$ г/г залежно від виду переробленого полімеру, величини подрібнення та температури довкілля. Отримані результати є кращими за результати усіх відомих природних та отриманих із відходів нафтових сорбентів. Показано, що для сорбентів із ПЕТФ, ПВХ полімерів нафтопоглинання покращується після їх

першого циклу регенерації («віджиму»). Сорбенти із ПВХ до 57 циклів регенерації «віддають» $83,4 \pm 0,6$ % поглинутої нафти, із ПЕТФ – до 16 циклів «віддають» $84,7 \pm 0,9$ % нафти. Виявлено погіршення нафтовилучення зразків після першого «віджиму» нафти (до - $88,34$ % від першого застосування) наповнених ПЕ чи ПП сорбентами незалежно від розміру наповнювача.

Сконструйовано установку для флотаційного вилучення нафти із водо-нафтових сумішей. Встановлено, що додавання до водо-нафтових сумішей рослинної ПАР із *Saponaria officinalis* та сорбентів із перероблених механічно активованих полімерів, поверхня яких вкрита цією ж ПАР, забезпечує ефективність очистки водо-нафтових сумішей від $85,15 \pm 3,72$ % ($0,242 \pm 0,027$ мг/дм³) із ПЕ сорбентами до $87,1 \pm 3,16$ % ($0,218 \pm 0,008$ мг/дм³), із ПВХ сорбентами. Залишкова концентрація нафтопродуктів в очищеній водо-нафтовій суміші в 1,3 рази нижча за ГДК нафти у воді питного та побутового призначення, що є важливим для еколого-гігієнічної оцінки стану водних об'єктів від забруднення нафтою та нафтопродуктами. Безпеку використання сорбентів із перероблених полімерів підтверджено біотестуванням на гідробіонтах *Daphnia magna Straus* та *Paramecium caudatum* (4 клас небезпеки).

8. Встановлено, що нанесення ПАР на поверхню полімерів сприяє покращенню властивостей композицій у які їх додано: фізичних (до $38,6 \pm 3,42$ %), корозійних (до $257 \pm 5,42$ %), теплоізоляційних (на $57,9 \pm 4,21$ %) та звукоізоляційних (на $99,47 \pm 0,22$), зменшує вагу готових виробів на $21,3 \pm 2,13$ % без погіршення їх властивостей у порівнянні із контрольними. Розроблено оптимальні склади композицій із полімерами залежно від їх призначення. У жодному дослідженому зразку, що перебував у агресивних водних середовищах, не виявлено перевищення концентрації ПАР для води питного та побутового призначення.

9. Науково обґрунтовано впровадження проєвропейських концептуальних підходів в Україні, для вдосконалення сфери управління та поводження з відходами полімерів, від кардинальних змін загальнонаціонального масштабу до невеликих, мало затратних, поступових кроків, спрямованих на зміну уявлення населення про поводження з відходами.

До кардинальних змін пропонується впровадження однієї чи всіх із трьох моделей розширеної відповідальності виробника. Для вторинних полімерів, вилучених із ТПВ, пропонуємо впровадити розроблену гнучку виробничу систему поводження, що розділена за функціонально-цільовою ознакою і забезпечена автономністю та незалежністю функціонування. Технологічні елементи системи працюють за схемою: накопичувач → пристрій для переробки полімерів → накопичувач. Структура кожної підсистеми виконана так що сировиною для неї служить попередній напівфабрикат, а результатом її роботи є проміжний продукт або готовий виріб. Впровадження цієї системи здійснить територіальну декомпозицію виробничої системи переробки вторинних полімерів на технологічні модулі певного рівня. Поділ необхідний для забезпечення уніфікації виготовлених напівфабрикатів (продуктів), стабільної взаємодії з підсистемами вищого рівня, досягнення результатів, у частині збільшення обсягу переробки відходів споживання, Стратегії розвитку України 2020-2030 рр.

До невеликих, мало затратних, поступових кроків у просуванні європейської парадигми поводження з ТПВ, що містять полімери є інформування різних цільових груп шляхом застосування методів непрямого впливу. Запровадження запропонованих концептуальних підходів поводження з відходами полімерів забезпечить надійну санітарну охорону довкілля від забруднення полімерами та покращить умови проживання населення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Статистичний збірник «Довкілля України за 2018 рік. Укрстатистика. Київ. 2019. 214 с. http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/11/Zb_dovk_2018.pdf – Дата звернення: 27.02.2019).
2. Plastics - the Facts 2019. An analysis of European plastics production, demand and waste data. <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/1804-plastics-facts-2019>— Дата звернення: 27.02.2020).
3. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України 27.10.2019. *Відомості Верховної Ради України*. 2019, № 21. С. 203.
4. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року. Кабінет Міністрів України; Розпорядження, Стратегія від 08.11.2017 № 820-р. Редакція від 20.02.2019. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p>– Дата звернення: 27.03.2020).
5. Трофімов І. Л. Оцінка впливу відходів побутового походження на екологічний стан України. *Восточно-Европ. журнал передових технологій*. – 2014. – Т. 2, № 10(68). – С.25-39.
6. Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C. & Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2018 . V. 364. P. 1985–1998. – Дата звернення: 27.02.2020).
7. World Packaging Organization (WPO) (2017) Packaging is the Answer to World Hunger. http://www.worldpackaging.org%2fi4a%2f%20doctrinary%2fgetfile.cfm%3fdoc_id%3d12&ei=xqigusoilts2awro4hgaw&usg=afqjcngo68kz4haxeobxsmcvf8inxssa, accessed 20 november 2013. – Дата звернення: 27.04.2020).
8. Waste management. Official website of the European Union http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_en.htm. – Дата звернення: 27.02.2019).
9. Trash and Recycling. Worcester Department of Park Works and Parks. 2010. <http://www.ci.worcester.ma.us/dpw/trash-recycling>. – Дата звернення: 27.02.2019).
10. Малишевська О.С., Йонда М.Є., Погорілий М.П., Токар І.Т. *Оцінка впливу процесу захоронення побутових відходів на довкілля*. Міжнародна наук.-практична

конференція. Сучасні проблеми світової медицини та її роль у забезпеченні здоров'я світового співтовариства. (Одеса, 16-17 лютого 2018 р.). – С. 70-75.

11. Harte J., Holden C., Schneider R., Shirely C. "Toxics A to Z" - a Guide to Every Day Pollution Hazards. Berkley; Los Angeles; Oxford: Univ. Calif. Press, 2011. – 680 p.

12. Спосіб прогнозування тривимірного розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті: пат. 96751 Україна. МПК G01V 9/00, G01B 33/00. опубл. 10.02.2015. Бюл. № 3. 4 с.

13. Аминова Г. Ф. Новые типы композиционных ПВХ-материалов отделочного назначения. *Известия КГАСУ*. 2013. 3(25). С.80-85.

14. Чубенко А. С., Кобрин В. Н., Вамболь В. В. Экологически чистая утилизация отходов жизнедеятельности. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2013. Вып. 62. С. 98-102.

15. Сердюк А.М., Махнюк В.М., Гаркавий С.І., Мишковська А.А., Руденко І.С., Риженко Н.О., Жуковський В.К., Тарасова Н.М. Відповідність державного регулювання санітарної охорони водних об'єктів в Україні вимогам Директив ЄС: еколого-гігієнічні, архітектурно-планувальні та правові аспекти. *Гігієна населених місць : зб. наук. пр.*, 2019. Вип. 69. С. 11-23.

16. Горох Н. П., Внукова Н. В. Проблемы управления муниципальными отходами и рациональные пути их решения. *Экология и промышленность*. 2011. № 1. С. 80-85.

17. Дмитруха Н. М. До проблеми імунотоксичності свинцю і кадмію (огляд літератури). *Современные проблемы токсикологии*. 2009. № 1. С. 4–9.

18. Нейко Є. М., Губський Ю. І., Ерстенюк Г. М. Інтоксикація кадмієм: токсикокінетика і механізм біоцидних ефектів (огляд літератури і власних досліджень). *Журнал АМН України*. 2003. Т. 9, № 2. С. 250–261.

19. Клинков А.С., Беляев П.С, Соколов М.В. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов : учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 80 с.

20. Клинков А.С. , Шашков И.В., Соколов М.В. Оборудование и технология вторичной переработки отходов упаковки : методические указания. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. 56 с

21. Мізюк М. І., Малишевська О. С., Мищенко І. А. *Поліпшення санітарно-гігієнічних умов проживання населення шляхом впровадження технології механічного рециклінгу побутової полімерної упаковки*. Міжнародна наук.-практ. конференція "Сучасні тенденції розвитку науки" (Київ, 15-16 березня 2017 р. (частина 2)). – С. 14-15
22. Мікульонок І. О., Рябцев Г. Л. Основні методи і шляхи використання полімервмісних відходів. *Наук. вісті НТУУ «КПІ»*. 2001. № 2. С. 135–147.
23. Самойлік М. С., Молчанова А. В. Екологічні аспекти впливу полігонів твердих побутових відходів на навколишнє середовище. *Фільтрат. Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1-2. С. 88-91.
24. Мокієнко А. В. Мінеральний склад питних та мінеральних вод як фактор впливу на здоров'я населення (огляд літератури). *Вода: гігієна і екологія*. 2015. Т. 3, № 1-2. С. 50-60
25. Мудрый И. В., Короленко Т. К. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм. *Врачебное дело*. 2002. № 5-6. С. 6–9.
26. Прокопов В. О., Липовецька О. Б., Зоріна О. В. та ін. Проблема хлорорганічних сполук у питній воді у працях українських науковців. *Довкілля та здоров'я*. 2020. №3. С. 65-73.
27. Слабий В. Г., Кривошей В. М. Скільки коштує утилізувати відходи упаковки? . *Упаковка*. 2011. № 5. С. 59-63.
28. Станкевич В. В., Тетенцова І. О., Тарабарова С. Б. Гігієнічні аспекти національної стратегії поводження з твердими побутовими відходами в Україні. *Екологія і промисленість*. 2005. № 3. С. 43-45.
29. Станкевич В. В., Костенко А. І., Трахтенгерц Г. А. Досвід застосування вимог директив ЄС для визначення ступеня небезпеки промислових відходів. *Довкілля та здоров'я*. 2018. № 3. С. 50-56.
30. Тетенцова І. О. Гігієнічна оцінка сучасних технологій поводження з твердими побутовими відходами та можливість їх впровадження в Україні. *Довкілля та здоров'я*. 2017. № 3. С. 49-54.
31. Трахтенберг І. М., Дмитруха Н. М., Луговський С. П., Чекман І. С., Купрій В. О., Дорошенко А. М. Свинець — небезпечний поллютант. Проблема стара і нова. *Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки*. 2015. № 3. С. 14-24.

32. Шевченко О.А., Огірк К.Ю., Огірк Л.Б. Оцінка та прогнозування ризиків для здоров'я населення на територіях техногенного навантаження промисловими відходами. *Довкілля та здоров'я*. 2009. № 4. С. 25-29.

33. Малишевська О. С., Погорілий М. П., Мищенко І. А., Гречух Л. С., Йонда М. Є. *Вплив стихійних звалищ на розповсюдження токсикарозу в рекреаційних зонах на прикладі м. Івано-Франківська*. Міжнародна науково-практична конференція «Довкілля і здоров'я», (25-26 квітня 2019 р.). С. 73-74.

34. Малишевська О. С. *Проблеми та перспективи поводження з твердими побутовими відходами на прикладі Івано-Франківської області*. Матеріали І міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених „Трансфер технологій: від ідеї до прибутку”. Дніпропетровськ 27-29 квітня, 2010. С. 13-15

35. Шеваленко Н. В., Кіптик Д. Ю., Макушинський О. В. Нові технології переробки полімерних відходів та використаної тари. *Хімічна промисловість України*. 2015. № 5. С. 57–61.

36. Мандзюк І. А. Технології рециклінгу полімервмістких відходів. *Хімічна промисловість України*. 2006. № 4. С. 14–21.

37. Міхно І. С. Методи утилізації відходів. Світовий досвід. Економіка, Фінанси, Менеджмент: актуальні питання науки і техніки. Еколого-гігієнічна характеристика основних методів переробки полімерних побутових відходів. *Modern Scientific Researches*. 2018. Issue №5, Part 1. P. 100-111.

38. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних побутових відходів. *Вісник проблем біології і медицини*. Полтава, 2018. Вип. 2, (144). С. 122-126.

39. Малишевська О.С., Погорілий М.П., Гречух Л. С. *Обґрунтування еколого-гігієнічної безпеки технології механічної переробки полімерних побутових відходів*. Науково-практична конференція (чотирнадцяті марзєєвські читання) "Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України", Вип. 18, (Київ, 11-12 жовтня 2018 р.). С. 310-312.

40. Малишевська О. С. *Еколого-гігієнічна характеристика основних методів переробки полімерних побутових відходів*. Международная научно-практическая конференция "Современная научная идея", (Минск, 25-26 сентября 2018 г.). –С. 26.

41. Hopewell J., Dvorak R. & Kosior, E. Plastics recycling: challenges and opportunities. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 2009. V. 364. P. 2115–11.
42. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Механічний рециклінг відходів поліетилентерефталатових пляшок. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2014. Вип.24.9. С. 149-155.
43. Banthia N., Nandakumar N.: Crack growth resistance of concrete reinforced with a low volume fraction of polymeric fiber. *Journal of Materials Science Letters*. 2001. V. 20. pp. 1651-1653.
44. Czarnecki L. Domieszki do betony. Mozliwosci i ograniczenia. *Budownictwo, tech-nologia, architektura*. – 2003. – № 3. – P. 4–6.
45. Lei Gu, Togay Ozbakkaloglu. Use of recycled plastics in concrete: A critical review. *Waste Managenent*. 2016. V. 51. P. 19–42.
46. Pešić N., Živanović S., Garcia R., Papastergiou P. Mechanical properties of concrete reinforced with recycled HDPE plastic fibres. *Construction and Building Materials*. 2016. V. 115. P. 362–370.
47. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Перспективи використання полімерних відходів як наповнювачів у бетонні суміші. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2014. №24.2. С.156-163.
48. Малишевська О. С., Мізюк М. І., Мищенко І. А. *Вплив полігонів твердих побутових відходів на фізіологічні зміни у людському організмі*. Науково-практична конференція "Вплив довкілля Прикарпаття на перебіг фізіологічних процесів" (Івано-Франківськ, 6 квітня 2017 р.). – С. 48.
49. Teuten E. L., et al. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife . *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2009. V. 364. P. 2027–2045.
50. Москаленко В.Ф., Гульчій О.П., Голубчиков М.В. та ін. Біостатистика : підручник ; за ред. В.Ф. Москаленка. – Київ: Книга плюс, 2009. 184 с.
51. Oehlmann J., et al. A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2009. V. 364. P. 2047–2062.
52. Малишевська О. С., Лялюк-Вітер Г.Д. Тенденції виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру в Івано-Франківській області. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. Івано-Франківськ. 2010. №4. С. 131-135.
53. Крайнов И. П., Скоробогатов В. М. Диоксины: обзор. *Экотехнологии и*

ресурсосбережение. 2014. № 3. С. 55–62.

54. Мізюк М. І., Погорілий М. П., Малишевська О.С., Погоріла Л. Й. Гігієна праці особового складу Збройних Сил України під час обслуговування об'єктів озброєння, військової техніки та радіолокаційних станцій : навч. пос. Івано- Франківськ : Симфонія форте, 2019. 176 с.

55. Сайт передовых зеленых технологий в России и за рубежом. URL: <http://greenevolution.ru/blogs/tri-glavnye-problemy-p> (дата звернення: 17.07.2019).

56. Aminova G. F New composite PVC-material for finishing purposes, plasticized by butoxyalkylphenoxyalkylphthalates. *Jelektronnyi nauchnyi zhurnal "Neftegazovoe delo"*. 2013. № 5. P.353-362.

57. Аминова Г. Ф Композиционные ПВХ-материалы отделочного назначения на основе пропилфеноксипропилфталатов. *Наука и Мир*. 2013. 2 (2). С.40-42.

58. Мазитова А. К., Степанова Л. Б., Аминова Г. Ф., Габитов А. И., Маскова А. Р. Поливинилхлоридные композиции отделочного назначения с улучшенными показателями термостабильности и цветостабильности. *Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело»*. 2014. №3. – С. 457 – 475.

59. Сайт Переработка отходов и промышленных материалов. URL: <http://promplace.ru/ obrabatyvau schaya- promyshlennost-i-pererabotka-materialov- staty/pererabotka-plastika- 1469.htm> (дата звернення: 17.07.2019).

60. Организация утилизации и переработки бытовых отходов в Европе, США и Японии. URL: ropecon.ru/otrivki/865-organizacija-utilizacii-i-pererabotki-bytovykh-othodov-v-evrope-ssha-i-japonii.html. (дата звернення: 22.11.2019).

61. Горох Н.П., Юрченко В.А., Свергузова С.В. Проблемы и перспективы накопления и переработки полимерных отходов : монографія. Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2005. 132 с.

62. Организация утилизации и переработки бытовых отходов в Европе, США и Японии. URL: ropecon.ru/otrivki/865-organizacija-utilizacii-i-pererabotki-bytovykh-othodov-v-evrope-ssha-i-japonii.html. (дата звернення: 22.11.2019).

63. Coleman T., Crawford M. The implementation of European Waste Classification in the UK T. Coleman. *Waste management of municipal and industrial waste*. Sardinia, 2009. Volume 5. p 11-18.

64. Державний класифікатор України : Класифікатор відходів ДК 005-96. Наказ Держстандарту України від 29.02.1996 № 89. <http://sfs.gov.ua/zakonodavstvo/podatkove-zakonodavstvo/normativnopravovi-akti-z-pitan-kpr/nakazi/61769.html>.

65. Наказ Міністерства з питань житлово- комунального господарства України від 16.02.2010 № 39 «Методичні рекомендації з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів».

66. СОУ ЖКГ 03.09-17:2010. Побутові відходи. Технологія перероблення відходів пластмас, паперу та картону, що є у складі твердих побутових відходів. наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 31.12.2010р. № 485. URL : https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/01/SOU-ZHKG-03.09-17_2010.pdf.

67. Класифікація полімерів [Електронний ресурс]. – URL : http://granula.at.ua/publ/klasifikacija_polimeriv/1-1-0-31 - дата звернення: 14.02.2020).

68. Т. П. Шаніна, І. Й. Сейфулліна, В. О. Кушнірьова. Еколого-економічне обґрунтування вибору способу поводження з відходами пластичних мас. Вісник ОНУ. Хімія. 2015. Том 20, вип. 2(54). С. 49-60.

69. Погорілий М.П., Мізюк М.І., Малишевська О.С., Йонда М.Є., Токар І.Т., Єремчук Я.О. Особливості епідемічного процесу гепатиту А та його зв'язок із накопиченням побутових полімерних відходів у довкіллі. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2018. № 2 (72). С. 68-74.

70. New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / Y. Bandazheuski, N. Dubovaya, V. Yekhalov, N. Khobotova, I. Liskevych, M. Pityk, Z. Sadova-Chuba, V. Reshetylo, R. Sabadosh, O. Malyshevskaya, V.r Stus, K. Barannik, Y. Feshchenko, L. Kuryk, G. Khrystian, N. Popova, I. Torianyk, D. Masiuk, A. Kokarev, T. Vasylenko, S. Derevianko, A. Golovko, O. Molodchenkova, O. Ryshchakova, P. Kudryavtsev, N.Kudryavtsev // . – 4th ed. – Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2019. – 260 p. ISBN: 978-9934-571-78-7 DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7>

71. Municipal Solid Waste (MSW) in the United States: Facts and Figures. URL : <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/msw99.htm>.

72. CONAI, Consorzio Nazionale Imballaggi : URL (<http://www.conai.org/chiamo/cose-conai/> - дата звернення: 22.11.2019).

73. Dual Sistem Deutchland. URL : <https://www.pro-e.org/the-green-dot-trademark>

/Licence-fees - дата звернення: 22.11.2019).

74. Директивою Ради 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 року про захоронення відходів (Official Journal L 182, 16.07.1999, р. 1–19)

75. Директива 94/62/ЄС Про упаковку та відходи упаковки. *Official Journal L* 365, 31.12.1994, р. 10–23.

76. "Plastics 2030" PlasticsEurope's Voluntary Commitment. – URL : <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/1776-plastics-2030-plasticseuropes-voluntary-commitment> - дата звернення: 22.11.2019).

77. Garforth A., Ali S., Hernandez-Martinez J., Akah A. Feedstock recycling of polymer wastes. *Curr. Opin. Solid State Mater. Sci.*, 2004. V. 8. P. 419–425.

78. Пріоритет Уряду – ефективний ринок поводження з відходами, – роз'яснення Мінрегіону. Від 29.10.2019 URL :<https://www.minregion.gov.ua/press/news/prioritet-uryadu-efektivniy-rinok-povodzhennya-z-vidhodami-roz-yasnennya-minregionu/> - дата звернення: 22.11.2019).

79. Hannah Ritchie and Max Roser (2020) - "Plastic Pollution". *Published online at OurWorldInData.org*. URL : '<https://ourworldindata.org/plastic-pollution>'

80. Johannesburg Declaration on Sustainable Development, A/CONF.199/20, Chapter I, Resolution 1, Annex. URL : <http://www.un-documents.net/jburgdec.htm> <http://www.un-documents.net/johannesburg-declaration.pdf>

81. Johannesburg Plan of Implementation, in A/CONF.199/20, Chapter I, Resolution 2, Annex. Annex. URL : http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm

82. Частка населених пунктів, у яких впроваджено роздільне збирання твердих побутових відходів, у загальній кількості населених пунктів регіону, відсотків. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/chastka-naselenyh-punktiv-u-yakyh-vprovadzhen-rozdilne-zbyrannya-tverdyh-pobutovyh-vidhodiv-u-zagalnij-kilkosti-naselenyh-punktiv-regionu-vidsotkiv/>.

83. Френсіс О'Доннелл та ін. Національна екологічна політика України: загальні оцінки і ключові рекомендації : монографія. Київ: ВАІТЕ. 38 с.

84. Погорілий М.П., Малишевська О.С., Мищенко І.А., Гречух Л.С., Єремчук Я.О. *Побутові полімерні відходи як чинник, що провокує поширення гепатиту А у довкіллі*. Міжнародна науково-практична конференція "Рівень ефективності та

необхідність впливу медичної науки на розвиток медичної практики", (Київ, 2-3 березня 2018 р.). – С. 98-100.

85. Малишевська О.С., Лялюк-Вітер Г.Д. Аналіз виникнення та наслідки надзвичайних ситуацій техногенного характеру в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 2. С. 3-18

86. Kanishka Bhunia, Shyam S. Sablani, Juming Tang, and Barbara Rasco. Migration of Chemical Compounds from Packaging Polymers during Microwave, Conventional Heat Treatment, and Storage. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol.12, 2013 523-545 p. doi: 10.1111/1541-4337.12028

87. Огляд екологічних та медичних наслідків поводження з відходами: муніципальні тверді відходи та аналогічні відходи. URL://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69391/pb9052a-health-report-040325.pdf. (дата звернення: 22.11.2019).

88. Огляд навколишнього середовища та здоров'я звернення з відходами: Тверді побутові відходи и подобні відходи. URL://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69391/pb9052a-health-report-040325.pdf. (дата звернення: 22.11.2019).

89. Малишевська О.С. *Вплив на санітарно-гігієнічну обстановку захоронення побутових відходів*. Наук.-практ. конференція молодих вчених "Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України", Вип. 17. Київ, 19-20 жовтня 2017 р. С. 8-9.

90. Мозутова Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг: монография. Москва. Эдиториал. 2009. 168 с.

91. Кундиев Ю. И., Трахтенберг И. М. Химическая опасность в Украине и меры профилактики. *Гігієнічна наука та практика на рубежі століть* : матеріали XIV з'їзду гігієністів України (19-21 травня 2004 р.). Дніпропетровськ : АРТ- ПРЕС, 2004. Т. I. С. 33–36.

92. Теплая Г. А. Тяжёлые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). *Астраханский вестник экологического образования*. 2013. № 1. С. 182-192.

93. Nazir R.et al. Accumulation of heavy metals (Ni, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe) in the soil, water and plants and analysis of physico-chemical parameters of soil and water

collected from Tanda Dam kohat. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2015. Vol. 7, № 3. P. 89–97.

94. Нариси вікової токсикології. За ред. І. М. Трахтенберга : монографія. Київ : Авіцена, 2005. 256 с.

95. Малишевська О. С., Осипчук М. М. Стохастична модель розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті. *Наукові вісті Інституту менеджменту і економіки „Галицька академія”*. Івано-Франківськ, 2010. № 2(18). С. 141-147.

96. Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв : монография. Москва. Академический проспект: 2007. 237 с.

97. Гребняк Н. П., Гребняк В. П., Ермаченко А. Б., Павлович Л. В. Забруднення ґрунту хімічними елементами: фактори ризику, негативний вплив на здоров'я. *Довкілля та здоров'я*. 2007. № 3 (42). С. 22–29.

98. Brinkmann: Behaviour of organic pollutants of municipal solid waste during mechanical-biological pretreatment : Poster auf der VAAM-Tagung Bayreuth. Sonderausgabe. Biospektrum : 2006. 125 p. doi: 10.1021/es980193e

99. А. В., Петренко Н. Ф., Гоженко А. И. Вода и заболеваемость населения: к анализу проблемы. *Гигиена населенных мест* : респ. межвед. сб. Киев : Здоров'я, 2006. Вып. 47. С. 120–130.

100. Jaishankar M. et al. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip. Toxicol*. 2018. Vol. 7, № 2. P. 60–72.

101. Гарин В.М., Кленова И.А., Хвостиков А.Г. Твердые отходы и экологическая безопасность городов. *Безопасность жизнедеятельности*. 2001. №2. С. 17–19.

102. Боев В.М. Среда обитания и экологически обусловленный дисбаланс микроэлементов у населения урбанизированных и сельских территорий. *Гиг. и сан.* 2002. № 5. с. 3-8.

103. Быстрых В. В. Комплексная оценка канцерогенной нагрузки селитебных территорий. *Гигиена и санитария*. 2002. №5. С. 8 - 11.

104. Маймулов В.Г., Пацюк Н. А. Гигиеническая оценка влияния химического загрязнения окружающей среды мегаполиса на состояние здоровья детей. *Гигиена и санитария*. 2004. №2. С. 31-33.

105. Новикова И. И., Оглезнев Г. А. Гигиенические проблемы окружающей среды и здоровья населения крупного промышленного центра. *Гигиена и санитария*. 2003. №3. С. 66-68.

106. McMichael Anthony. The urban environment and health in a world of increasing globalization: Issues for developing countries. *J. Bull. World Health Organ*. 2000. №9. pp. 1117-1126.

107. Koch C, Sures B. (2019). Degradation of brominated polymeric flame retardants and effects of generated decomposition products, *Hemosphere*. 227.329-333. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.052>.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653519307003>.

108. Pecquet A, McAvoy D, Pittinger C, Stanton K. *Polymers* (2019). Used in US Household Cleaning Products: Assessment of Data Availability for Ecological Risk Assessment. *Integr Environ Assess Manag*.15(4):621-632. doi: 10.1002/ieam.4150.

109. The ECETOC Conceptual Framework for Polymer Risk Assessment (CF4Polymers) Technical Report. Brussels. ISSN-2079-1526-133-1. (2019). 133-1(1). <https://www.ecetoc.org/wp-content/uploads/2019/06/ECETOC-TR133-CF4Polymers.pdf>

110. Henry B, Carlin J, Hammerschmidt J, et al. (2018). A critical review of the application of polymer of low concern and regulatory criteria to fluoropolymers. *Critical Review. Integrated Environmental Assessment and Management*. 14(3).316-334. <https://doi.org/10.1002/ieam.4035>

111. Krawiec P, Warguła Ł, Małozieć D, Kaczmarzyk P, Dziechciarz A, Czarnecka-Komorowska D. (2020). The Toxicological Testing and Thermal Decomposition of Drive and Transport Belts Made of Thermoplastic Multilayer Polymer Materials. *12.2232*. <https://doi.org/10.3390/polym12102232>

112. Kandola B, Boudenne A, Kiekens P. (2016). Toxic Combustion Product Yields as a Function of Equivalence Ratio and Flame Retardants in Under-Ventilated Fires: Bench-Large-Scale Comparisons. *Polymers*. 8(9).330. <https://doi.org/10.3390/polym8090330>

113. Yuan W., Yang N., Li X. Advances in Understanding How Heavy Metal Pollution Triggers Gastric Cancer. *Biomed. Res. Int*. 2016. № 2019. Article ID 7825432

114. Dijen F. K. New Initiatives on Municipal Solid Waste Incineration (MSWI) in Netherlands. *VGB Power Tech*. 2003. №7. p. 57 - 59.

115. Lebreton, L., Andrady, A. Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Commun* 5, 6 (2019).

116. O. Y. Popadyuk, O. S. Malyshevska, L. Y. Ropyak, V. S. Vytvytskyi, M. M. Droniak. Study of Nano-Containing Biopolymer Films Therapeutic and Physical-Mechanical Properties. *Novosti Khirurgii*. 2019, Vol 27 (1): 16-25.

117. Container deposits: the common sense approach towards a zero wastes society. The Boomerang Alliance, 2018. – 17 p.

118. Kyrikou I., Briassoulis D. Biodegradation of agricultural plastic films: a critical review // *J. Polym. Environ.*, 2007. V. 15. P. 125–150.

119. Gregory M. R. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2018. V. 364. P. 2013–2025.

120. Ryan P. G., Moore C. J., van Franeker J. A., Moloney C. L. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2017. V. 364. P. 1999–2012.

121. Малишевська О. С. Побутові відходи – джерело альтернативного енергопостачання. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. – 2011. - №2. С. 142-145.

122. The Guardian. How worried should we be about microplastics? <https://www.theguardian.com/environment/2019/oct/02/how-worried-should-we-be-about-microplastics> - дата звернення 23.12.2019)

123. Microplastic pollution revealed ‘absolutely everywhere’ by new research <https://www.theguardian.com/environment/2019/mar/07/microplastic-pollution-revealed-absolutely-everywhere-by-new-research> - дата звернення 23.12.2019)

124. Microplastics ‘significantly contaminating the air’, scientists warn <https://www.theguardian.com/environment/2019/aug/14/microplastics-found-at-profuse-levels-in-snow-from-arctic-to-alps-contamination> - дата звернення 23.12.2019)

125. Updating of Environmental "Hot Spots" List in the Russian Part of the Barents Region Text.: Proposals for Environmentally Sound Investment Projects. - Oslo: AMAP Secretariat, 2017 (August). 117 p.

126. Microplastics in water: no proof yet they are harmful, says WHO <https://www.theguardian.com/environment/2019/aug/22/microplastics-in-water-not-harmful-to-humans-says-who-report> - дата звернення 23.12.2019)

127. The Guardian. Microplastics found in greater quantities than ever before on seabed <https://www.theguardian.com/environment/2020/apr/30/microplastics-found-in-greater-quantities-than-ever-before-on-seabed-currents-hotspots>
128. Boucher, J. and Friot D. (2017). Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN. 43pp.
129. Plastic and Health The Hidden Costs of a Plastic Planet. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/02/Plastic-and-Health-The-Hidden-Costs-of-a-Plastic-Planet-February-2019.pdf> - дата звернення 23.12.2019)
130. Shaxson L. Structuring policy problems for plastics, the environment and human health: reflections from the UK. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2009. V. 364. P. 2141–2151
131. Testin, Robert F., Peter J. Vergano, Food packaging - environmental issues affecting packaging; includes related articles. Food Review. FindArticles.com. 03 May, 2010. http://findarticles.com/p/articles/mi_m3765/is_n2_v14/ai_11190346/.
132. This is how The Ocean Cleanup's mission to clear the Great Pacific Garbage Patch is going <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/plastic-collection-mission-great-pacific-garbage-patch/> - дата звернення 23.12.2019)
133. Погорілий М.П., Мізюк М.І., Малишевська О.С., Йонда М.Є., Токар І.Т., Єремчук Я.О. Особливості епідемічного процесу гепатиту А та його зв'язок із накопиченням побутових полімерних відходів у довкіллі. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2018. № 2 (72). С. 68-74.
134. Малишевська О.С., Ропяк Л.Я. *Охорона прав на винаходи та корисні моделі з переробки полімерних відходів в Україні*. VII Всеукраїнська науково-практична конференція "Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки" (Київ, 7-8 червня 2018 р.). С. 57-59.
135. Мюррей, Р. Цель – Zero Waste : монографія пер. с англ. В.О. Горницького. Москва : ОМННО "Совет Гринпис", 2016. 232 с.
136. Rodgers M. Large-scale demonstration of viability of recycled PET (rPET) in retail packaging. The Waste & Resources Action Programme. URL: <link.springer.com/article/10.1007/s11356-017-9027-0>. (дата звернення 08.02.2019).
137. Ernest L., Philipp K., Proll T. Hofbauer IT. Start-up and Operation optimization of a 39 MWth Bubbling Fluidized Bed Incinerator for Domestic Waste and Sewage Sludge. *Proc. of 19th FBC Conference*. - Vienna, Austria, May 21-24, 2006.

138. Евростат. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/8435375/KS-DK-17-001-EN-N.pdf/18d1ecfd-acd8-4390-ade6-e1f858d746da>.
139. Давыдова С. Л., Тарасов В. И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
140. Brinkmami: Behaviour of organic pollutants of municipal solid waste during mechanical-biological pretreatment. Poster auf der VAAM-Tagung Bayreuth, Biospektrum, Sonderausgabe, 2006. 125 p.
141. The green fuel from carbon waste: optimization and product selectivity model studies. 2018. URL: <http://www.link.springer.com/article/10.1007/s40789-018-0211-8>. (дата звернення 08.02.2019).
142. Новиков СМ., Румянцев Г.И., Жолдакова З.И. и др. Проблемы оценки канцерогенного риска воздействия химических загрязнителей окружающей среды. *Гиг. и сан.* 2008. № 1. С. 29-34.
143. The green fuel from carbon waste: optimization and product selectivity model studies. 2018. URL: <http://www.link.springer.com/article/10.1007/s40789-018-0211-8>.
144. Anna Font, Kees de Hoogh, Maria Leal-Sanchez, Danielle C. Ashworth, Richard J. C. Brown. Using metal ratios to detect emissions from municipal waste incinerators in ambient air pollution data. *Atmospheric Environment*. 07.2015. 15.
145. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних побутових відходів. *Вісник проблем біології і медицини*. Полтава, 2018. Вип. 2, (144). С. 122-126.
146. Романюк А. М., Рудна М. М., Рудна В. М., Кузенко Є. В. Вплив несприятливих факторів довкілля (солі важких металів) на імунну систему (Огляд літератури). *Вісник СумДУ. Серія «Медицина»*. 2012. № 2. С. 36–41.
147. Lehmann I., Sack U., Lehmann J. Metal ions affecting the immune system. *Met. Ions. Life Sci.* 2017. № 8. P. 157–185.
148. Касохов А. Б. Нарушение иммунобиологической реактивности в условиях загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2013. № 5. С. 37–41.
149. Y. Banzheuski, K. Barannik, N. Dubovaya, Y. Feshchenko, N. Khabotova, L. Kuryk, I. Liskevych, O. Malyshevska, M. Pityk, V. Reshetylo, R. Sabadosh, Z. Sadova-Chuba, V.r Stus. New stages of development of modern science in Ukraine and EU

countries: monograph. 4th ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2019. – 260 p. ISBN: 978-9934-571-78-7 DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7>.

150. Забродский П. Ф. Механизмы токсического действия металлов и их влияние на иммунную систему. *Токсикологический вестник*. 2012. № 6. С. 9–15.

151. Криницька І. Я. та ін. Показники клітинного імунітету в щурів за умови токсичного ураження солями кадмію та свинцю. *Медична та клінічна хімія*. 2016. Т. 18. № 2. С. 71–75.

152. Lyn P. Lead Toxicity, a Review of the Literature. Part I: Exposure, Evaluation, and Treatment. *Altern. Med. Rev.* 2006. V.11. P. 2–22.

153. Зинина О. Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека. *Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы*. 2001. № 4. С. 99–105.

154. Боев В. М., Куксанов В. Ф., Быстрых В. В. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования: монография. Москва. Медицина: 2002. 343 с.

155. Гармаш Т. П. Біоаккумуляція як процес накопичення токсикантів в організмі. *Вісник проблем біології і медицини*. 2010. № 2. С. 20–22.

156. Верещагин Н.Н. Актуальные проблемы инфекционной патологии в регионе с высокой природно-антропогенной нагрузкой. *Гиг. и сан.* 2002. № 5. с. 37-39.

157. Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration August 2006. URL : http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/wi_bref_0806.pdf.

158. Директива 2010/75/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24 листопада 2010 року про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення) (Official Journal L 334, 17.12.2010, p. 17–119)

159. Малишевська О. С. Побутові відходи – джерело альтернативного енергопостачання. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. – 2011. - №2. С. 142-145.

160. Иванов, А. В., Давлетова, Н. Х., & Тафеева, Е. А. Анализ современных представлений о миграции полимерных веществ из упаковки в питьевую воду при хранении и влиянии их на живые организмы. *Гигиена и санитария*, 2013. № 2. С. 25-29.

161. Апихтіна О. Л. та ін. Механізми гематоксичної дії сполук свинцю. *Журнал НАМН України*. 2012. Т. 18, № 1. С. 100–109.

162. Дранник Г. Н. Клиническая иммунология и аллергология. 3-е изд., доп.: монография. Полиграфф плюс: 2006. 482 с.

163. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферы выбросами 83 мусоросжигательного производства и предложения по ее оздоровлению // Информационное письмо Республиканского центра научной медицинской информации. – К.: Укрмединформ, – Вып. 4.– 1992. – 2 с.

164. Мазурин И. М., Понуровская В. В., Колотухин С. П. Экологический тупик от сжигания мусора и возможные пути его преодоления. *Электронное научное издание Альманах Пространство и Время*. 2018. №3-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskiy-tupik-ot-szhiganiya-musora-i-vozmozhnye-puti-ego-preodoleniya> (дата обращения: 04.08.2020).

165. Argus MTBE Annual 2017. URL: <http://www.argusmedia.com/~~/media/files/pdfs/petchems/argus-mtbe-annual-2017.pdf?la=en>. (дата звернення 27.04.2020).

166. Helle K. K., Jan A., Lars B., Margherita B. Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. *EFSA Journal*. 2018. V.16, Issue 11. November 2018. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2018.5333>

167. Solomon-Wisdom, G. O. and R. W. Ndana. Dioxin effect on human health - a review. *Journal of Global Biosciences* 2012. V.1:10-16.

168. M. Kogevinas, Human health effects of dioxins: cancer, reproductive and endocrine system effectsю *Human Reproduction Update*, 2001, Volume 7, Issue 3, Pages 331–339, <https://doi.org/10.1093/humupd/7.3.33>

169. Шубов Л. Я., Федоров Л. Г., Залепухин Р. В. Аналитическая, эколого-экономическая и технологическая оценка промышленных методов переработки твердых бытовых отходов мегаполиса. *Научные и технические аспекты ООС: Обз. инф.*, 1998. № 3. С. 20 – 73.

170. Hedges J. I., Oades J. M. The molecularly-uncharacterized component of nonliving organic matter in natural environment. *Org. Geochem*, 2007. №27. P. 319–361.

171. Трахтенберг И. М., Лубьянова И. П., Апыхтина Е. Л. Роль свинца и железа, как техногенных химических загрязнителей, в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний. *Therapia*. 2010. № 7–8. С. 36–39.

172. Приходько О. О. Морфофункціональні зміни периферичної крові в умовах дії екзогенних чинників хімічної природи. *Вісник СумДУ. Серія Медицина*. 2009. Т. 1, № 2. С. 34–42.

173. Adewale B., Jefferson N., Newbold R., et al. Neonatal Bisphenol-A exposure alters rat reproductive development and ovarian morphology without impairing activation of gonadotropin releasing hormone neurons *Biol. Reprod.* 2009; 4(81). pp. 690–9.

174. Dong S. C., Tong K. W., Wu Y. P. Municipal solid waste management in China: using commercial management to solve a growing problem. *Utilities Policy*, 2001. V.10. P. 7–11.

175. Мокієнко А. В., Ковальчук Л. Й. Обґрунтування досліджень впливу водного фактора на здоров'я населення (огляд літератури). *Гігієна населених місць* : зб. наук. праць. Київ, 2014. № 64. С. 67–76.

176. Скачков М.В., Скачкова М.А., Верещагин Н.Н., Корнеев А.Г. Механизм формирования предрасположенности к острым респираторным заболеваниям в регионах с высокой антропогенной нагрузкой. *Гиг. и сан.* - № 5. 2002. с. 39-42.

177. Berkun M., Aras E., Nemlioglu S. Disposal of solid waste in Istanbul and along the Black Sea coast of Turkey. *Waste Manage*, 2015. V. 25. P. 847–55.

178. Boyle L.K. Pink washing the dangers of bottled water. URL: http://www.huffingtonpost.com/lisa-kaas-boyle/pink-wash-ing-the-dangers_b_426077.html.

179. EFSA updates advice on Bisphenol A. URL : <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/cef100930.htm> - Accessed: 23.06.2020).

180. Kang J.H., Kondo F., Katayama Y. Human exposure to bisphenol A. *Toxicology*. 2006. V. 226(2-3). pp. 79–89.

181. Zettler E. R., Mincer T. J., Amaral-Zettler L. Life in “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. *Environ Sci Technol*, 2013. V. 47. P. 7137–7146.

182. O. Malyshevska, M. Mizyuk, I. Myshchenko, A. Kolganov, M. Pogorily, I. Tokar. *Features of epidemic process of hepatitis a in the western region of Ukraine and its connection with accumulation of domestic plastic waste in the environment*. *Materiały*

konferenciji all-ukrainian scientific and practical conference with international participation “Poltava days of public health” may 25, 2018, Poltava, Ukraina. Vol. 3, P. 1.

183. Cooper J.E., Kendig E.L., Belcher S.M. Assessment of bisphenol A released from reusable plastic, aluminium and stainless steel water bottles. *Chemosphere*. 2011. V. 6(85). pp. 943–47.

184. McGovern V. Polycarbonate plastics and human BPA exposure: urinary levels rise with use of drinking bottles. *Environ Health Perspect*. 2009. V. 9(117). pp. 1368–72.

185. Wagner M. Oehlmann J. Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2009. V. 3(16). pp. 278–86.

186. Kim K., Park H., Yang W., et al. Urinary concentrations of bisphenol A and triclosan and associations with demographic factors in the Korean population. *Environ Res*. 2011. V. 8(111). pp. 1280–85.

187. Vandenberg L.N. Exposure to bisphenol A in Canada: invoking the precautionary principle. *CMAJ*. 2011. V. 183. pp. 1265–70.

188. НИКИТИН А.И. Гормоноподобные ксенобиотики и их роль в патологии репродуктивной функции человека. *Экология человека*. 2006. № 1. С. 9–16.

189. Jurewicz J., Hanke W. Exposure to phthalates: reproductive outcome and children health. A review of epidemiological studies. *Occup Med Environ Health*. 2011. 2(24). pp. 115–41.

190. Laweramp-Swan T., Davis B.J. Mechanisms of Phtalate ester toxicity in the femail reproductive system . *Ibid*. 2003. 111. pp. 139–45.

191. Markey C.M., Wadia P.R., Rubin B.S., et al. Long-term effects of fetal exposure to low doses of the xenoestrogen bisphenol-A in the female mouse genital tract. *Biol Reprod*. 2005. 6(72). pp. 1344–51.

192. Muñoz-de-Toro M. Perinatal exposure to bisphenol-A alters peripubertal mammary gland development in mice. *Endocrinology*. 2005; 9(146): 4138–47.

193. Newbold R., Jefferso N., Padilla-Banks E. Prenatal exposure to bisphenol a at environmentally relevant doses adversely affects the murine female reproductive tract later in life. *Environ Health Perspect*. 2009. 6(117). pp. 879–85.

194. Nagel S.C., vom Saal F.S., Thayer K.A. Relative binding affinityserum modified access (RBA-SMA) assay predicts the relative in vivo bioactivity of the xenoestrogens

bisphenol A and octylphenol. *Environ Health Perspect.* 2017. 1(105). pp. 70–6.

195. Saal F.S. Bisphenol A. 2009. Available at: <http://endocrinedisruptors.missouri.edu/vomsaal/vomsaal.html> (Accessed 05 07. 2020).

196. Meeker J.D., Ferguson K.K. Relationship between urinary phthalate and bisphenol A concentrations and serum thyroid measures in U.S. adults and adolescents from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2008. *Environ Health Perspect.* 2011. 10(119). pp. 1396–1402

197. Yamasari K., Sauwaki M., Takatsuki M. Immature rat uterotrophic assay of Bisphenol A. *Ibid.* 2000; 108: 1147–50.

198. Lawson C., Gieske M., Murdoch B., Hunt P.A., et al. Gene expression in the fetal mouse ovary is altered by exposure to low doses of bisphenol A. *Biol Reprod.* 2011. 1(84). pp. 79–86.

199. Gibert Y., Sassi-Messai S., et al. Bisphenol A induces otolith malformations during vertebrate embryogenesis. *BMC Developmental Biology.* 2011. 1(11). Available at: <http://www.biomedcentral.com/1471-213X/11/4> (Accessed 04/07.2020).

200. Marsee K., Woodruff T.J., Axelrad D.A., et al. Estimated daily phthalate exposures in a population of mothers of male infants exhibiting reduced anogenital distance. *Environ Health Perspect.* 2006. 6(114). pp. 805–9

201. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality [electronic resource] : incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. – 3rd ed. https://www.preventionweb.net/files/2034_VL206905.pdf

202. Murray T.J, Maffini M.V., Ucci A.A., et al. Induction of mammary gland ductal hyperplasias and carcinoma in situ following fetal Bisphenol A exposure. *Reprod. Toxicol.* 2007. 3(23). pp. 383–90.

203. Ho S.M., Tang W.Y., Belmonte de Frausto J., et al. Developmental exposure to estradiol and bisphenol A increases susceptibility to prostate carcinogenesis and epigenetically regulates phosphodiesterase type 4 variant 4. *Cancer Res.* 2006. 11(66). pp. 5624-0-32.

204. Palanza P.L., Howdeshell K.L., Parmigiani S., et al. Exposure to a low dose of Bisphenol A during fetal life or in adulthood alters maternal behavior in mice. *Environmental Health Perspect.* 2012. 3(110). pp. 415–22.

205. Kim B.N., Cho S.C., Kim Y, et al. Phthalates exposure and attention-

deficit/hyperactivity disorder in school-age children. *Biol. Psychiatry*. 2009. 10. pp. 958–63

206. Engel S.M., Miodovnik A., Canfield R.L., et al. Prenatal phthalate exposure is associated with childhood behavior and executive functioning. *Environ Health Perspect*. 2010. 4(118). pp. 565–71.

207. Whyatt R.M., Liu X., Rauh V.A., et al. Maternal prenatal urinary phthalate metabolite concentrations and child mental, psychomotor and behavioral development at age three years. *Environmental Health Perspect*. 2012. 2(120). pp. 290–5.

208. Lomenick J.P., Calafat, Melguizo Castro M.S., et al. Phthalate exposure and precocious puberty in females. *J Pediatr*. 2009. 2(156). pp. 221–5.

209. Zhang Y., Lin L., Cao Y., et al. Phthalate levels and low birth weight: a nested case-control study of Chinese newborns. *J Pediatr*. 2017. 4(155). pp. 500–4.

210. Food and Drug Administration (FDA No Objection Letter for Recycled Plastics). 2017. URL : <http://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/packagingfcs-/recycledplastics/ucm155232>, accessed 20 Nov. 2016 - дата звернення: 22.11.2019).

211. Order adding a toxic substance to schedule 1 to the canadian environmental protection Act, 1999. *Canada Gazette*. 2010. pp. 21(144). URL : <http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2010/2010-10-13/html/sor-dors194-eng.html> (Accessed: 23.06.2020).

212. Мантя Ф. Ла. Вторичная переработка пластмасс. монография пер. с англ. Г.Е. Заикова. СПб. : Профессия, 2006. 400 с.

213. Malyshevskaya O., Garkavij S., Melnyk O., Mizyuk M. et al. Polymer waste management – environmental safety strategy *Security&Future*. 2017. Vol. 3. P. 106 – 108.

214. в Д. В., Журавский Г. И., Полесский Э. П., Пермьяков Б. А. Технологии переработки отходов растительной биомассы, технической резины и пластмассы. *Инженерно-физический журнал*. 2001. Т.74. №6. С. 152–155.

215. Khan W.S., Asmatulu R., Davuluri S., Dandin V.K. Improving the economic values of the recycled plastics using nanotechnology associated studies. *J. Mater. Sci. Technol*. 2014;30:854–859.

216. Punčochář M., Rujb B., Chatterjee P.K.. Development of process for disposal of plastic waste using plasma pyrolysis technology and option for energy recovery. *Procedia Engineering*. 2012. V. 42. P. 420 – 430.

217. Макунин А. В., Агафонов К. Н. Переработка твердых отходов методом

газификации. *Экология и промышленность России*, 2004. № 3. С. 34 – 37.

218. Sekiguchi H, Orimo T. Gasification of polyethylene using steam plasma generated by microwave discharge // *Thin Solid Films*, 2004. V. 457. P. 44–47.

219. Ивахнюк Г. К., Аверьянова Н. А., Талдыкин Ю. А. Пиролиз – способ решения термической переработки твердых бытовых отходов. *Журнал прикладной химии*. 2006. № 7. С. 12-29.

220. Малишевська О. С. Проблеми збирання та сортування ТПВ в м. Івано-Франківськ та області. VIII міжнародна науково-технічна конференція "Еколого-економічні проблеми Карпатського євро регіону «ЕЕПКЄ-2011». Івано-Франківськ 24-26 травня, 2011. С. 17-21.

221. Спосіб прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку: пат. 67391А Україна. МПК G01V 9/00, G01B 33/00. №u2003098399; заявл. 11.09.2003; опубл.15.06.2004. Бюл. № 6. 6 с.

222. Шеваленко Н. В., Кіптик Д. Ю., Макушинський О. В. Нові технології переробки полімерних відходів та використаної тари. *Хім. пром-ть України*. 2015. № 5. С. 57–61.

223. Акопова Г.С., Атаманов Б. А., Бородина Я. В. Проблемы переработки промышленных и бытовых отходов, пути решения : Москва. Новелла : 2009. 76 с.

224. Patel M., von Thienen N., Jochem E., Worrell E. Recycling of plastics in Germany. *Resour., Conserv. Recycling*, 2000. V. 29. P. 65–90.

225. Stenmarck Å.,Belleza E., Frane A., Busch N., Larsen A. Hazardous substances in plastics: – ways to increase recycling. *Denmark. TemaNord*, 2017. – 505 p.

226. Santos ASF, Teixeira BAN, Agnelli JAM, Manrich S. Characterization of effluents through a typical plastic recycling process: An evaluation of cleaning performance and environmental pollution. *Conserv Recycling*, 2005. V. 45. P. 159–71.

227. Бельков В. М. Методы, технологии и концепция утилизации углерод-содержащих промышленных и твердых бытовых отходов. *Химическая промышленность*, 2000. № 1. С. 9 – 25.

228. Оборудование для утилизации отходов // pirolizeco.ru, 2017, URL: <http://www.pirolizeco.ru/utilizaciya-tbo/>.(дата звернення 14.02.2019).

229. Perugini F., Mastellone M., Arena U. A life cycle assessment of mechanical and feedstock recycling options for management of plastic packaging wastes. *Environ. Progr.* 2005. V. 24. P. 137–18.

230. Девяткин В. В. Отходы как вторичные материальные ресурсы. *Экология производства*, 2007. №2. С. 44 - 51.

231. Kyle Amy D., Wright Catherine C., Caldwell Jane C. et al. D. Evaluating the health significance of hazardous air pollutants using monitoring data. *Public Health Rept.* 2001, №1. pp. 32-44.

232. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Застосування технології механічного рециклінгу для утилізації полімерних побутових відходів. Тези доповідей XXV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: перспективи розвитку» Переяслав-Хмельницький, 16-17 вересня, 2016. – С. 18-21.

233. Анышаков А. С., Урбах Э. К., Фалеев В. А. и др. Основы электроплазменной технологии переработки твердых бытовых отходов // Наука и образование, 2002. № 3. С. 21 – 23. Туманов Ю. А., Галкин А. Ф., Соловьев В. Б. Плазменный пиролиз твердых бытовых отходов. *Экология и промышленность России*. 1999. № 2. С. 8 – 12.

234. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних побутових відходів. *Вісник проблем біології і медицини*. Полтава, 2018. Вип. 2, (144). С. 122-126.

235. Perugini F., Mastellone M., Arena U. A life cycle assessment of mechanical and feedstock recycling options for management of plastic packaging wastes. *Environ. Progr.*, 2005. V. 24. P. 137–154

236. Ko DCK, Mui ELK, Lau KST, McKay G. Production of activated carbons from waste tire- process design and economical analysis. *Waste Manage.* 2004. V. 24. P. 875–88.

237. Martin I. M&Js Waste Reducer: a machine with a varied appetite. *Martin Recycling International*. 2007. 5. p. 88-89.

238. Базнова М. В., Прочухан Ю. А. Обзор. Способы утилизации отходов полимеров. *Вестник Башкирского университета*. Уфа, 2008. Т. 13. № 4. С. 875 - 885.

239. Stahlberg R., Feuerriegel U. Das THERMOSELECT – Verfahren zur Energie und Rohstoffgewinnung – Konzept, Verfahren, Kosten. *VDI-Berichte*. N 1192. – 319 p.

240. Kiyotaka I. TIF fluidized-bed municipal waste incineration system. Materials recovery facility. *Ebara jiko*, Japan. 2011. №190. p.90-96.
241. Hillabrand P. Boblingen avoids Landfill. *Modern Power Systems*. 1999. Voll 19. №3. p. 31-33.
242. Waste Tire Pyrolysis: Influential Parameters and Product Properties // SpringerLink, 2014. URL: <http://www.link.springer.com/article/10.1007%2Fs40518-014-0019-0>. (дата звернення 08.02.2020).
243. Orgianni C, De Filippis P, Pochetti F, Paolucci M. Gasification process of waste containing PVC. *Fuel*, 2002. V. 81. P. 1827–1833.
244. Малков Ю. П., Давидян А. А., Филиппов Ю. Е., Ротинян М. А. Плазмохимическое обезвреживание озоноразрушающих хладонов, а также фтор- и хлорсодержащих отходов. *Журнал прикладной химии*. 2002. Т. 75 (6). С. 963–966.
245. Кривулькин Д. А., Ефремова Л. Б. (2019). Международный опыт утилизации ТБО и возможности его применения в России. *Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»*, (2), 71-77
246. Переработка пиролизной жидкости в дизельное топливо // [blending.globecore.ru](http://www.blending.globecore.ru), 2018. URL: <http://www.blending.globecore.ru/peregonka-piroliznoj-zhidkosti-v-dize/>.(дата звернення 09.02.2019).
247. Ярцев, В. П., & Подольская, М. А.. Композиты на основе полиэфирной смолы с полимерными добавками. *Вестник Тамбовского государственного технического университета*, 2014. 20 (3). С. 557-563.
248. Ершова А.Ю., Мартиросов М. И. (2015). Экспериментальные исследования полимерных композитов с мелкодисперсным наполнителем. *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*, 2015, №2, С. 57-69.
249. Байбурдов Т.А., Шмаков С.Л. Полимерные сорбенты для сбора нефтепродуктов с поверхности водоёмов: обзор англоязычной литературы за 2000-2017 гг. (часть 2). *Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polimernye-sorbenty-dlya-sbora-nefteproduktov-s-poverhnosti-vodoyomov-obzor-angloyazychnoy-literatury-za-2000-2017-gg-chast-2> (дата обращения: 05.08.2020).

250. Байбурдов Т. А., Шиповская А. Б. Полимерные сорбенты для сбора нефтепродуктов с поверхности водоёмов: обзор русскоязычной литературы за 2000-2017 гг. (часть 3). *Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polimernye-sorbenty-dlya-sbora-nefteproduktov-s-poverhnosti-vodoyomov-obzor-russkoyazychnoy-literatury-za-2000-2017-gg-chast-3> (дата обращения: 05.08.2020).

251. Заболотских В. В., Васильев А. В., Плетнёва Л. Н. Экспериментальное Получение новых нефтесорбентов из полимерных отходов. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2018. №6-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-poluchenie-novyh-neftesorbentov-iz-polimernyh-othodov> (дата обращения: 05.08.2020).

252. Лазарева Л. И., Чистова Н. Г., Зырянов М. А., Петрушева Н. А. Использование вторичного полиэтилентерефталата в производстве древесноволокнистых плит. *Химия растительного сырья*. 2011. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-vtorichnogo-polietilentereftalata-v-proizvodstve-drevesnovoloknistyh-plit> (дата обращения: 05.08.2020).

253. Сафин Р.Г., Степанов В.В., Хайруллина Э.Р., Гайнуллина А.А., Степанова Т.О. Современные строительные композиционные материалы на основе древесных отходов. *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. №20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-stroitelnye-kompozitsionnye-materialy-na-osnove-drevesnyh-othodov> (дата обращения: 05.08.2020).

254. Патент US № 20020227. Армированный цемент композитных материалов с использованием химических волокон с повышенной диспергируемостью. / Luji Caidian, Merkleu Donald. Опубл. 15.06.10.

255. Kim B.N., Cho S.C., *и ресурсосбережение*, 2005. №1. С. 43–47.

256. Dorger, S. These Countries Produce the Most Plastic Waste. *The Street*. Feb.26, 2019. URL : <https://www.thestreet.com/world/countries-most-plastic-waste-14878534#gid=ci0256b22350022717&pid=30-algeria> - дата звернення: 22.11.2019).

257. Малишевська О.С. Основи концепції поводження з ТПВ та можливі шляхи її реалізації в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 1. С. 2-10.

258. Хантимирова С.Б., Мишустин О.А., Грачева Н.В., Желтобрюхов В.Ф. Анализ и обоснование выбора способа переработки отходов производства и потребления. *Инженерный вестник Дон*. 2019. № 1 (52). С. 147-155.

259. Юсфин Ю. С., Леонтьев Л. И., Черноусов П. И. Промышленность и окружающая среда : монография. Москва. Академкнига : 2002. 469 с.

260. Консультація щодо змін цілей бізнес-рециркуляції пластикових пакетів на 2016 та 2017 роки та нові металеві та скляні цілі на 2018-20 роки. URL: <https://consult.defra.gov.uk/waste/plasticandglasstargets/results/packaging-targetsinal.pdf>.

261. Малишевська О. С. *Проблеми збирання та сортування ТПВ в м. Івано-Франківськ та області*. Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції "Еколого-економічні проблеми Карпатського євро регіону «ЕЕПКЄ-2011». Івано-Франківськ 24-26 травня, 2011. – С. 17-21.

262. Ивахнюк Г. К., Аверьянова Н. А., Талдыкин Ю. А. Пиролиз – способ решения термической переработки твердых бытовых отходов. *Журнал прикладной химии*. 2006. № 7. С. 12-29.

263. Rutberg Ph. G., Safronov A. A., Bratsev A. N., Shiryayev V. N., Popov V. E., Popov S. D., Surov A.V. Plasma Technologies of Solid and Liquid Toxic Waste Disinfection. *Pulsed Power Plasma Science*, 2001, V.3. P. 1178–1181.

264. Food and Drug Administration (FDA). Guidance for Industry: Use of Recycled Plastics in Food Packaging: *Chemistry Considerations*. August 2006. April 15, 2010. URL : <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ucm120762.htm> - дата звернення: 22.11.2019).

265. Akpanudoh NS, Gobin K, Manos G. Catalytic degradation of plastic waste to liquid fuel over commercial cracking catalysts: effect of polymer to catalyst ratio/activity content. *J Mol Cat A Chem*. 2005. V. 235. P. 67–73.

266. Chung H., Yang J.E., Ha J.Y., Chae T.U., Shin J.H., Gustavsson M., and Lee S.Y. Bio-based production of monomers and polymers by metabolically engineered microorganisms. *Curr Opin Biotechnol*. 2015. V. 36. P. 73–84.

267. Smith, P. B. Bio-Based Sources for Terephthalic Acid. In *Green Polymer Chemistry. Biobased Materials and Biocatalysis*. 2015. Vol. 1192, pp. 453-469.

268. Информационный портал об упаковке. URL: <http://www.upakovano.ru/news/28468> (дата звернення: 22.07.2020).

269. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житловокомунального господарства України від 01.08.2011 року № 133 «Методика роздільного збирання побутових відходів»

270. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення механізму правового регулювання та посилення відповідальності у сфері поводження з відходами: Закон України 02.10. 2012 № 5402-VI // Відомості Верховної Ради. 2013. № 40. Ст. 539.

271. Частка населених пунктів, у яких впроваджено роздільне збирання твердих побутових відходів, у загальній кількості населених пунктів регіону, відсотків. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/chastka-naselenyh-punktiv-u-yakyh-vprovadzhen-rozdilne-zbyrannya-tverdyh-pobutovyh-vidhodiv-u-zagalnij-kilkosti-naselenyh-punktiv-regionu-vidsotkiv/>.

272. Offenbacher E. Combustion of various fuels in fluidized bed boilers (AE&E Von Roll). *Power Gen Asia*. 2007. №9. p. 7-12.

273. Гринин А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка : монография. Москва. ФАИР-ПРЕСС, 2002. 336 с.

274. Бартоломей А. А. и др. Основы проектирования и строительства хранилищ отходов : монография. Пермь. ПГТУ, 2000. 196 с.

275. Зайнуллин Х. Н., Абдрахманов Р. Ф., Ибатуллин У. Г., Минигазимов И. Н., Минигазимов Н.С. Обращение с отходами производства и потребления : монография. Уфа: Диалог, 2005. 292 с.

276. Бартоломей А. А. и др. Основы проектирования и строительства хранилищ отходов : монография. Пермь. ПГТУ, 2000. 196 с.

277. Погорілий М.П., Мізюк М.І., Малишевська О.С., Йонда М.Є., Токар І.Т., Єремчук Я.О Особливості епідемічного процесу гепатиту А та його зв'язок із накопиченням побутових полімерних відходів у довкіллі. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2018. № 2 (72). С. 68-74.

278. Малишевська О. С., Луцький І. М. Комп'ютерна програма "Програма моделювання висхідної міграції хімічних речовин по каналах гідродинамічного зв'язку" (Скорочена назва – DIFFUSIVE MIGRATION). А.С. №44855 від 23.07.2012, Київ: Укрпатент, 2012. – 8 с.

279. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435 «Правила експлуатації полігонів побутових відходів».

280. Малишевська О. С., Луцький І. М. Комп'ютерна програма “Моделювання тривимірного площинного розповсюдження забруднюючих речовин у підземному водоносному горизонті” (скорочена назва - THREE-DIMENSIONAL DISTRIBUTION). А.С. №44806 від 23.07.2012, Київ: Укрпатент, 2012. – 12 с.

281. Ламзина И.В., Голдов А.В., Князев Я.И. и др. Эколого-экономическое обоснование использования Refused Derived Fuel, как альтернативного топлива для цементной промышленности. *Инженерный вестник Дона*. 2014. №2. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2332>. (дата звернення 09.02.2019).

282. Карлюнец А. В. Основы инженерной экологии: Термические методы обращения с отходами : монография. Москва. Аккорд, 2000. 78 с.

283. Мізюк М. І., Савчук Р. М., Малишевська О.С. та ін. Методики санітарної експертизи харчових продуктів та гігієнічної оцінки харчування населення : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 92 с.

284. Smith R.W., Mutharasan R., Knight R., Luu D. Plasma energy recycle and conversion of hazardous waste materials. *Thermal Plasma Process. Proc. 3rd Euro. Congr Germany*, 2014. P. 667–674.

285. Kiss, G., Marfiewicz, W., Riegel, J., Stahlberg, R. THERMOSELECT — Energie- und Rohstoffgewinnung aus Entsorgungsgütern. Fachtagung THERMOSELECT : Neuer Weg der Abfallbehandlung. Berlin. 2004. 65 s.

286. Малишевська О. С., Осипчук М. М. Стохастична модель розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті. *Наукові вісті Інституту менеджменту і економіки „Галицька академія”*. Івано-Франківськ, 2010. № 2(18). С. 141-147.

287. Feuerriegel, U., Kilnsch, M., Stahlberg, R., Steiger, F.: The Material and Energy Balance of the THERMOSELECT Process: The Thermoselect Process for the Degassing and Gasification of Wastes, Schweitzer, F. J. 2013. *EF-Verlag*, pp. 69–84.

288. Минскер К. С., Берлин А.А., Лисицкий В.В., Колесов С.В. Механизм и кинетика процесса дегидрохлорирования поливинилхлорида. *Высокомолекулярные соединения*, 2007. Том XIX (А). №1. С. 32 – 36.

289. Кулиш Е. И. Деструкция поливинилхлорида и его смесей с другими

полимерами . автореф. дисс. на соиск. уч. степ. д. х. н. Уфа, 2000. – 22 с.

290. Guebitz G. M., and Cavaco-Paulo A. Enzymes go big: surface hydrolysis and functionalization of synthetic polymers. *Trends Biotechnol.* 2008. V. 26. 32–38 p.

291. Knoll M., Hamm T. M., Wagner F., Martinez V., and Pleiss J. The PHA Depolymerase Engineering Database: a systematic analysis tool for the diverse family of polyhydroxyalkanoate (PHA) depolymerises. *Bioinformatics.* 2009. V. 10. P. 89-93.

292. Волков В. И., Гусинский А. И., Ипполитов В. А., Бернадинер И. М. Сокращение эмиссии диоксинов при термическом обезвреживании опасных отходов. *Экология и промышленность России.* 2011. №1. С.7–9.

293. Мирный А.Н. Критерии выбора технологии обезвреживания и переработки твердых бытовых отходов. *Чистый город*, 1999. №1. С. 8-14.

294. Шубов Л. Я., Федоров Л. Г. и др. Термические процессы в технологиях переработки ТБО: аналитическая оценка и практические рекомендации. *Научные и технические аспекты ООС: Обз. инф.*, 2008. № 5. С. 39 – 97.

295. Горение, деструкция и стабилизация полимеров / Под ред. Г.Е. Заикова. СПб.: Научные основы и технологии, 2008. 422 с

296. Jaroszweski, D, Hooper, E & Chapman, L. The impact of climate change on urban transport resilience in a changing world. *Progress in Physical Geography.* 2014. Vol 38, no. 4. pp. 448-463.

297. Анисимов, Е. Е. Дослідження впливу вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання на навколишнє середовище. *Молодий вчений.* 2014. № 21. С. 71–72.

298. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Затверджено наказом Держкомстату України від 13. 11. 2008 р. № 452 із змінами і доповненнями від 27.06.2017. – Дата звернення: 27.02.2019).

299. Комунальне підприємство «Полігон ТПВ» в Івано-Франківській області: URL: www.namvk.if.ua/refdoc/43864

300. Малишевська О.С., Гаркавий С.С., Мищенко І.А., Погорілий М.П., Токар І.Т., Гречух Л.С. Еколого-гігієнічна оцінка впливу транспортування побутових відходів на повітряне середовище полігонів. *Довкілля та здоров'я.* Київ, 2018. № 2 (87). С. 48-53.

301. Myshchenko I., Soloviov O., Malyshevska O., Mizyuk M. Sensorineural Hearing Loss in the Structure of Occupational Morbidity in Ukraine: the Problem of Disease Detection. *Galician medical journal*. 2018. Vol. 25, Issue 2. – P. 34-39

Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России. 2012. URL: rpn.gov.ru/results_reports. (дата звернення 08.02.2019).

302. Pollastro Fabrizio. Foster Wheeler Italiana, Recycling the waste. *Powr Eng.Int*. 2000. №11. p.28-32.

303. Горох Н.П. Технологии и оборудование промышленной переработки полимерных отходов : монография. Харьков: ХНАДУ, 2006. 300 с.

304. Makoto S., Katsuji K. Boiler system for high-efficiency power generation utilizing heat from MSW icenerators. *Ebara jiko*, Japan. 2011. №186. p. 19-26.

305. Мізюк М. І., Погорілий М. П., Малишевська О.С., Погоріла Л. Й. Гігієна праці особового складу Збройних Сил України під час обслуговування об'єктів озброєння, військової техніки та радіолокаційних станцій : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 176 с. ISBN 978-966-286-168-6

306. Пурим В. Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики : монография. Москва. Энергоиздат : 2012. 112 с.

307. Torsten T. Enhanced heat and power from waste incineration plants. *Cogeneration and On-Site Power Production*. 2005, nov.-dec. p. 81-86.

308. Демків А. М., Сидоренко В. Л., Азаров С. І. Лабораторні дослідження викидів токсичних сполук в процесі згоряння твердих побутових відходів *Техногенно-екологічна безпека*. 3(1/2018);I:85-90.

309. Рыжков С. С., Маркина Л. Н., Рудюк Н. В. Анализ материального баланса термического разложения органических отходов по технологии многоконтурного пролиза. *Экотехнологии и ресурсосбережение*, 2003. № 5. С. 29 – 36.

310. Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор. / Под ред. СВ. Алексеенко : монография. Новосибирск, Инст-т теплофизики СО РАН : 2009. 237 с

311. Малишевська О.С. Основи концепції поводження з ТПВ та можливі шляхи її реалізації в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 1. С. 2-10

312. Erratum to: Study of plasma off-gas treatment from spent ion exchange resin pyrolysis. SpringerLink. 2018. URL: <http://www.link.springer.com/article/10.1007/s11356-017-9027-0>.

313. Waste Tire Pyrolysis: Influential Parameters and Product Properties. 2014. URL: <http://www.link.springer.com/article/10.1007%2Fs40518-014-0019-0>. (дата звернення 23.01.2020).

314. Гелетуа Г.Г., Железная Т.А. Обзор современных технологий получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. Часть 1. *Экотехнологии и ресурсосбережение*. 2010. №2. С. 3-11.

315. Ивахнюк Г. К., Аверьянова Н. А., Талдыкин Ю. А. Пиролиз – способ решения термической переработки твердых бытовых отходов. *Журнал прикладной химии*. 2006. № 7. С. 12-29.

316. Вильберг А. Ю. Очистка дымовых газов на мусоросжигательных заводах при термической переработке отходов. *Научные и технические аспекты охраны окружающей среды*. М.: ВИНТИ, 2008. №4. С. 12–24.

317. Барышева, О. Б., & Хабибуллин, Ю. Х. (2012). Влияние недогорания твердых бытовых отходов при термоутилизации на образование токсичных веществ. *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*, (2 (20)), 228-232. Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі. Ратифікація від 18.04.2007, підстава - 949-V. Офіційний вісник України. від 07.12.2007 — 2007 р., № 90,

318. Гелетуа Г. Г. Современные технологии анаэробного сбраживания биомассы. *Экотехнологии и ресурсосбережение*. 2002. № 4. С. 3 – 10.

319. Мирный А. Н. Сельскохозяйственное использование компоста, полученного из твердых бытовых отходов. *Чистый город*. 1999. № 2. С. 3-7.

320. Аристархов Д. В., Журавский Г. И., Полесский Э. П., Пермяков Б. А. Технологии переработки отходов растительной биомассы, технической резины и пластмассы. *Инженерно-физический журнал*. 2001. Т.74. №6. С. 152–155.

321. Pilar G., Antonio J R. María M., Pilar M., Francisco M. Hypothetical roadmap towards endometriosis: prenatal endocrine-disrupting chemical pollutant exposure, anogenital distance, gut-genital microbiota and subclinical infections. *Human Reproduction Update*, 2020, Volume 26, Issue 2, Pages 214–246,

<https://doi.org/10.1093/humupd/dmz044>

322. J. P. Bonde, E. M. Flachs, S. Rimborg, C. H. Glazer et al. The epidemiologic evidence linking prenatal and postnatal exposure to endocrine disrupting chemicals with male reproductive disorders: a systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction Update*, 2016, Volume 23, Issue 1, Pages 104–125,

323. D. Caserta, A. Mantovani, R. Marci, A. Fazi, F. Ciardo, C. La Rocca, F. Maranghi, M. Moscarini, Environment and women's reproductive health, *Human Reproduction Update*, 2011, Volume 17, Issue 3, Pages 418–433, <https://doi.org/10.1093/humupd/dmq061>

324. Oh, J.; Gullett, B.; Ryan, S.; Touati, A. 2004. Chlorobenzenes, chlorophenols, PAHs and low chlorinated dioxin/furan as post-boiler toxicity indicators in municipal solid waste incinerators. *Organohalogen Compounds* 66: 777-782.

325. LORBER, M., J. FERRARIO, AND C. BYRNE. Journal Article: EPA's National Dioxin Air Monitoring Network (Ndamn): Design, Implementation, And Final Results., *ATMOSPHERIC ENVIRONMENT*. Elsevier Science Ltd, New York, NY, 77:311-317, (2013).

326. Zaikov G.E. et al. Burning, degradation and stabilization of polymers. Saint Petersburg : Nauchnye osnovy i tekhnologii, 2008. 422 p.

327. Лапицкий, В. Н., Борисовская Е. А., Гончаренко В. И. *Экологические последствия термической переработки твердых бытовых отходов. Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист*. 2010. Вип. 1. С. 80–83.

328. Анисимов, Е. Е. Дослідження впливу вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання на навколишнє середовище. *Молодий вчений*. 2014. № 21. С. 71–72.

329. U.S. EPA. EPA's Response to Health Risks from Dioxin and Related Compounds Evaluation of the EPA Reassessment Published by the National Research Council of the National Academies (Interagency Science Consultation Draft). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-10/038C, 2010.

330. Ключев Н. А., Бродский Е. С. Определение полихлорированных бифенилов в окружающей среде и биоте. Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века. *Инф. выпуск № 5 ВИНТИ*, Москва, 2017. С. 31–63.

331. Реутович Л. Н., Арлиевский М. П., Аверьянова Н. А. *Новые технологии*

переработки муниципальных отходов, разработанные ООО «ГИПРОХИМ-ТЕХНОЛОГ». Сб. мат. V Межд. Конгр. хим. техн. СПб, 2004. С. 28.

332. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления : монография. Москва: Интермет инжиниринг : 2005. 346 с.

333. Краснянский М. Е. Утилизация и рекуперация отходов: монография. Донецк: Изд-во «Лебедь», 2004. 122 с.

334. D. Caserta, A. Mantovani, R. Marci, A. Fazi, F. Ciardo, C. La Rocca, F. Maranghi, M. Moscarini, Environment and women's reproductive health, *Human Reproduction Update*, 2011, Volume 17, Issue 3, Pages 418–433, <https://doi.org/10.1093/humupd/dmq061>

335. Марфиевич В. Полная термическая переработка мусора. *Строительство и ремонт*. 2015. № 2-3. С. 24 – 28.

336. Belgiorno V., De Feo G., Della Rocca C. Napoli RM. Energy from gasification of solid wastes. *Waste Management*, 2013. 23(1):1-15.

337. Бернадинер М. Н. Диоксины при термическом обезвреживании органических отходов. *Экология и промышленность России*. 2016. №2. С. 13–16.

338. Парфенюк А. С., Антонюк С. И., Топоров А. А. Диоксины: проблема техногенной безопасности технологий термической переработки углеродистых отходов. *Экология и промышленность России*. 2012. №6. С.40–44.

339. Журавский Г. И., Сычевский В. А. Численный расчет парового термолиза органических отходов. *Инженерно-физический журнал*. 2013. Т. 76. №6. С. 104–109.

340. Никольский К.С., Сачков А.Н. Твердые промышленные и бытовые органические отходы. Их свойства и переработка : монография. Москва. Генезис : 2006. 114с.

341. Организация утилизации и переработки бытовых отходов в Европе, США и Японии // *popcon.ru*. 2017. URL: <http://www.popcon.ru/otrivki/865-organizacija-utilizacii-i-pererabotki-bytovyh-othodov-v-evrope-ssha-i-japonii.html>.

342. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка : монография. Москва : Ф-ПРЕСС. 2002. 336 с.

343. Абрамов Н. Ф. Перспективы селективного сбора твердых бытовых отходов. *Чистый город*. 2009. № 1. С. 32 – 39.

344. Гурбанов И. В. Опыт по селективному сбору отходов в г. Москва. *Чистый*

город, 2012. №1(17). С. 5 – 9.

345. Мирный А. Н. Основное технологическое оборудование мусороперерабатывающих заводов. *Чистый город*. 2013. № 2. С. 17 – 34.

346. Transport Energy and CO₂: Moving Toward Sustainability: 113rd International TASI. FORUM: 2009. 9 October. 25 p.

347. Кремнева Анастасия Владиславовна, Коляда Людмила Григорьевна. Получение и результаты испытания полимерно-бумажных композитов из отходов упаковки на расслаивание и растяжение. *Качество в обработке материалов*. 2015. №1 (3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-i-rezultaty-ispytaniya-polimerno-bumazhnyh-kompozitov-iz-othodov-upakovki-na-rasslaivanie-i-rastyazhenie>

348. Сорокин В.В., Шарапов О.Н., Шунькин Н.М., Кирюшина Н.Ю. Новые полимерные композиты на основе эпоксидной смолы, наполненной техногенными отходами. *Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова*. 2019. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-polimernye-kompozity-na-osnove-epoksidnoy-smoly-napolnennoy-tehnogennymi-othodami> (дата обращения: 05.08.2020).

349. Сидоров Д. Э., Сивецкий В. И., Шаблей Т. А., Власенко А. Ю. Прогнозирование качества изделия при переработке вторичного полимерного сырья. *Экотехнологии и ресурсосбережение*, 2005. №1. С. 43–47.

350. Park C.-H., Jeon H.-S., Park K. PVC removal from mixed plastics by triboelectrostatic separation. *J. Hazard. Mater.*, 2007. V. 144. P. 470–476

351. Rodgers M. Large-scale demonstration of viability of recycled PET (rPET) in retail packaging. *The Waste & Resources Action Programme*. 2015. 29 p.

352. Патент на кор. модель № 764; МПК В29В 17/00, В29В 13/00. Пристрій для переробки твердих відходів. / І. О. Мікульонок, Л. П. Микитинець. Опубл. 15.03.2001, Бюл. № 2.

353. Патент на кор. модель № 3278; МПК В29В 17/00, В29В 13/00. Пристрій для подрібнення полімервмісних матеріалів. / Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонок, Г. А. Рябцев. Опубл. 15.01.2004, Бюл. № 11.

354. Патент на кор. модель № 33954 А, МПК В29В 17/00. Спосіб переробки твердих відходів і пристрій для його здійснення. / А. В. Маратов. Опубл. 15.02. 2001, Бюл. № 1.

355. Патент на кор. модель № 15853, МПК В29В 17/00. Пристрій для переробки полімеровмісних матеріалів. І. О. Мікульонок. Опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.

356. Пристрій для подрібнення пластикових пляшок на фрагменти заданих розмірів : пат. 121910 Україна. МПК В29В 17/00. № а201806380; заявл.07.06.2018; опубл. 10.08.2020. Бюл. № 15. 8 с.

357. Schweitzer F.J. THERMOSELECT-Verfahren zur Ent- und Vergasung von Abfällen, EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik. Berlin. 2007. 55 s.

358. Скопинцев И. В., Мелешкина А. М., Камшад Ф. Новое применение вторичных полимерных композиционных материалов. *Известия МГТУ. 2012. №2.* URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novoe-primenenie-vtorichnyh-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov> (дата обращения: 05.08.2020).

359. Байбурдов Т.А., Шмаков С.Л. Полимерные сорбенты для сбора нефтепродуктов с поверхности водоёмов: обзор англоязычной литературы за 2000-2017 гг. (часть 1). *Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. №1.* URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polimernye-sorbenty-dlya-sbora-nefteproduktov-s-poverhnosti-vodoyomov-obzor-angloyazychnoy-literatury-za-2000-2017-gg-chast-1> (дата обращения: 05.08.2020).

360. Мандзюк І. А. Технології рециклінгу полімервмісних відходів. *Хім. промисловість України. 2006. № 4. С. 14–21.*

361. Hopewell J., Dvorak R. & Kosior, E. Plastics recycling: challenges and opportunities. *Phil. Trans. R. Soc. B, 2009. V. 364. P. 2115–2126.*

362. Волокнисто-армированные доски цемента и способы их изготовления. Патент CN. Опубл. 04.07.12.

363. Drelich J., Payne J., Kim T. Selective froth floatation of PVC from PVC/PET mixtures for the plastics recycling industry. *Polym. Eng. Sci. 2008. V. 38, P. 1378-93.*

364. Rivero, S., M.A. Garcia, A. Pinotti, Composite and bi-layer films based on gelatin and chitosan. *Journal of Food Engineering, 2009. V. 90. pp. 531-539.*

365. Малишевська О. С., Чудик І. І., Мельник О.Д., Кирчей О. І. Перспективи застосування полімерних відходів для приготування полегшених тампонажних розчинів. *Науковий вісник НЛТУ України. Львів, 2017. Вип. 27(3). С. 161-165.*

366. Aminova G. F. Producing of linoleum with improved physical and mechanical properties. *Jelektronnyi nauchnyi zhurnal "Neftegazovoe delo". 2013. № 6. P.508-537.*

367. Патент US № 2002112827. Волокнисто-армированные доски цемента и способы их изготовления. / Merkleu Donald, Luj Caidian, Youpo Su. Jianwei Chen. Оpubл. 28.02.07.

368. Сайт промышленной фирмы «БауПром». Технология устройства гравийных дорог. URL: <http://promplace.ru/obrabatyvau-schaya-promyshlennost-i-pererabotka-materialov-staty/pererabotka-plastika-1469.htm>.

369. Stenmarck Å., Belleza E., Frane A., Busch N., Larsen A. Hazardous substances in plastics: Ways to increase recycling. Denmark. TemaNord, 2017. 505 p.

370. Wei R., Oeser T., and Zimmermann W. Synthetic polyester-hydrolyzing enzymes from thermophilic actinomycetes. *Adv Appl Microbiol.*, 2014. V. 89. P. 267–305.

371. Малишевська О. С. Основи концепції поводження з ТПВ та можливі шляхи її реалізації в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 1. С. 10-14.

372. Клинков А.С., Беляев П.С., Скуратов В.К., Соколов М.В., Однолько В.Г. Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов: учебное пособие. Тамбов : *Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та*, 2010. 100 с.

373. Деркач Я. Переработка отходов полимерной пленочной тары и упаковки. *Тара и упаковка*. 2004. №6. С. 48–49.

374. Dainelli D. Recycling of food packaging materials: an overview. In: Chiellini E (ed) *Environmentally Compatible Food Packaging*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2008. 294–325.

375. Henderson P., Andersson C, Kassman H. The use of fuel additives in wood and waste wood-fired boilers to reduce corrosion and fouling problems. *VGB Power Tech*. 2004. №6. p. 58-62.

376. Способ изготовления армированного цемента из композитных материалов. Патент US № 2002112827. Оpubл. 28.02.07.

377. Шеваленко Н. В., Кіптик Д. Ю., Макушинський О. В. Нові технології переробки полімерних відходів та використаної тари. *Хім. пром-ть України*. 2015. № 5. С. 57–61.

378. Базунова М.В., Хлобыстова Е.С., Фахретдинов Р.К., Галиев Л.Р., Захаров В.П. Изучение сорбционных свойств биоразлагаемых полимерных композиционных материалов на основе вторичного полипропилена и природных наполнителей

растительного происхождения. *Вестник Казанского технологического университета*. 2017. №18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-sorbtsionnyh-svoystv-biorazlagaemyh-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov-na-osnove-vtorichnogo-polipropilena-i-prirodnih>

379. Малаховский С.С., Мишкин С.И. Основные тенденции получения и применения вторичных углеродных волокон (обзор). *Труды ВИАМ*. 2019. №9 (81). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyie-tendentsii-polucheniya-i-primeneniya-vtorichnyh-uglerodnyh-volokon-obzor> (дата обращения: 05.08.2020).

380. Гусев А.Д., Петухова Н.А., Самошин А.П., Карпухин Г.А. Композиционный материал на основе регенератной резины и отходов пластика. *Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова*. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompozitsionnyu-material-na-osnove-regeneratnoy-reziny-i-othodov-plastika>

381. Хасаншин Р.Р., Галиев И.М., Сафин Р.Г. Исследование эксплуатационных свойств напольных покрытий на основе древесно-полимерного композита. *Известия КазГАСУ*. 2015. №3 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-ekspluatatsionnyh-svoystv-napolnyh-pokrytiy-na-osnove-drevesno-polimernogo-kompozita> (дата обращения: 05.08.2020).

382. Файзуллин И.З., Мусин И.Н., Вольфсон С.И. Методы формования изделий из древесно - полимерных композиций. *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-formovaniya-izdeliy-iz-drevesno-polimernyh-kompozitsiy>

383. Сафин Р.Г., Саттарова З.Г., Галиев И.М., Салдаев В.А. Композиционные материалы на основе древесных частиц и полимеров. *Вестник Казанского технологического университета*. 2015. №19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompozitsionnye-materialy-na-osnove-drevesnyh-chastits-i-polimerov>

384. Касперович О. М., Яценко В. В., Лосик Е. С. Разработка технологии производства высоконаполненных древесно-полимерных композитов. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-proizvodstva-vysokonaplnennyh-drevesno-polimernyh-kompozitov>

385. Гукова В.А., Ершова О.В. Эксплуатационные характеристики композиционных материалов на основе вторичного полипропилена и техногенных

минеральных отходов. *Приоритетные научные направления: от теории к практике*. 2014. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekspluatatsionnye-harakteristiki-kompozitsionnyh-materialov-na-osnove-vtorichnogo-polipropilena-i-tehnogennyh-mineralnyh-otходов> (дата обращения: 05.08.2020).

386. Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленететре-фталату (ПЕТФ): пат. 94992 Україна. МПК В29В 17/00. опубл. 10.12.2014. Бюл. №23. 6 с.

387. Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленететре-фталату (ПЕТФ): пат. 94994 Україна. МПК В29В 17/00. опубл. 15.05.2015. Бюл. № 13. 6 с.

388. Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленететре-фталату (ПЕТФ): пат. 110282 Україна. МПК В29В 17/00, В03В 9/06. опубл. 10.12.2015. Бюл. № 23. 6 с.

389. Пристрій для подрібнення пляшок із пластика.: пат. 130090 Україна. МПК В29В 17/00. опубл. 26.11.2018. Бюл. № 2. 6 с.

390. Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленететре-фталату (ПЕТФ): пат. 94994 Україна. МПК В29В 17/00. опубл. 15.05.2015. Бюл. № 13. 6 с.

391. Крылов А.А., Вахнина Т.Н. Разработка древесно-полимерного композита строительного назначения с добавкой вторичного полиэтилентерефталата. *Construction materials*. 2016. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-drevesno-polimernogo-kompozita-stroitel'nogo-naznacheniya-s-dobavkoy-vtorichnogo-polietilentereftalata> (дата обращения: 05.08.2020).

392. Рамазанов К. Р., Севастьянов В. П. Функциональные добавки в полимерные композиты. Технология переработки алюмохлорида. *Вестник СГТУ*. 2013. №1 (73). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-dobavki-v-polimernye-kompozity-tehnologiya-pererabotki-alyumohlorida>.

393. Ершова О. В., Коляда Л. Г. Исследование возможности совместной переработки техногенных минеральных и полимерных отходов. *ТуТМП*. 2013. №1 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-sovmestnoy-pererabotki-tehnogennyh-mineralnyh-i-polimernyh-otходов>.

394. Шкуро А.Е., Глухих В.В., Кривоногов П.С., Стоянов О.В. Наполнители аграрного происхождения для древесно-полимерных композитов (обзор). *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. №21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napolniteli-agrarnogo-proishozhdeniya-dlya-drevesno-polimernyh-kompozitov-obzor> (дата обращения: 05.08.2020).

395. Управление в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами: современное состояние. 2016. №7. URL: <http://www.ecotrends.ru/index.php/eo/article/view/1602>. (дата звернення 08.02.2019).

396. Роп'як Л. Я., Малишевська О. С. *Екологічні аспекти утилізації відпрацьованого електроліту для мікродугового окиснення*. VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивні технології у машинобудуванні РТМЕ-2019» (Івано-Франківськ - Яремче, 4-8 лютого 2019 р.). – С. 208.

397. Малишевська О. С., Мельник О. Д. *Переробка відходів ПЕТ-пляшок*. Обласна науково-практична конференція «Інтелектуальний продукт вчених і винахідників Прикарпаття» Івано-Франківськ, 25-26 січня, 2015. С.213-215.

398. Хрол Е. З., Петрушеня А. Ф., Ревяко М. М., Пучинская Е. П. Разработка технологии переработки полимерсодержащих отходов ОАО «Белцветмет». *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*. 2016. №4 (186). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-pererabotki-polimersoderzhaschih-othodov-oao-beltsvetmet> (дата обращения: 05.08.2020).

399. Banthia N., Gupta R.: *Influence of polypropylene fiber geometry on plastic shrinkage cracking in concrete*. *Cement and Concrete Research*. 2006. V. 36. pp. 63-67.

400. Foti D.: Preliminary analysis of concrete reinforced with waste bottles PET fibers. *Construction and Building Materials*. 25 (2011), pp. 1906-1915.

401. Frigione M.: Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete. *Waste Management*. 2010. V. 30. pp. 1101-1106.

402. Kim J.H.J., Park C.G., Lee Si.W., Lee Sa.W., Won J.P.: Effects of the geometry of recycled PET fiber reinforcement on shrinkage cracking of cement-based composites. *Composites Part B: Engineering*. 2008. V. 39. pp. 442-450.

403. Ochi T., Okubo S., Fukui K.: Development of recycled PET fiber and its application as concrete-reinforcing fiber. *Cement and Concrete Composites*. 2007. V. 29. pp. 448-455.

404. Edward G., Nawy P. *Fundamentals of High-Performance Concrete*. Sec. Ed. Willy, 2001.

405. Армированный цемент на основе смешанного материала. Патент JP № 52682 20120207. Опубл. 23.08.12.

406. Армированный цемент композитных материалов с использованием химических волокон с повышенной диспергируемостью. Патент US № 20020227. Оpubл. 15.06.10.

407. Zander NE, Gillan M, Sweetser D. Composite Fibers from Recycled Plastics Using Melt Centrifugal Spinning. *Materials (Basel)*. 2017. 10 (9). p. 89-94.

408. Raju Sharma, R., Bansal P.P. Use of different forms of waste plastic in concrete - A review. *Journal of Cleaner Production*. 2016. V. 112. P. 473–482.

409. Md. Jahidul Islam, Md. Salamah Meherier, A.K. M. Rakinul Islam. Effects of waste PET as coarse aggregate on the fresh and harden properties of concret. *Construction and Building Materials*. 2016. V. 125. P. 946–651.

410. Ahmadi M, Farzin S, Hassani A., Motamedi M. Mechanical properties of the concrete containing recycled fibers and aggregates. *Construction and Building Materials*. 2017. V. 144. P. 392-398.

411. Wang L., Wang J., Qian X., Chen P., Xu Y, Guo J. An environmentally friendly method to improve the quality of recycled concrete aggregates. *Construction and Building Materials*. 2017 .V. 144. P. 432-441.

412. Bui N.K., Satomi T., Takahashi H. Improvement of mechanical properties of recycled aggregate concrete basing on a new combination method between recycled aggregate and natural aggregate. *Construction and Building Material.*, 2017. V. 148. p. 376-385.

413. Tahar Z., Ngo T., Kadri El. H., Bouvet A., Debieb F., Aggoun S. Effect of cement and admixture on the utilization of recycled aggregates in concrete. *Construction and Building Materials*. 2017. V. 149. P. 91-102.

414. Lastra-González P., A. Calzada-Pérez M., Castro-Fresno D., Vega-Zamanillo A., Indacochea-Vega I. Comparative analysis of the performance of asphalt concretes modified by dry way with polymeric waste. *Construction and Building Materials*. 2016. V. 112. P. 1133-1140.

415. Marques G., Tenorio J. Use of froth flotation to separate PVC/PET mixtures. *Waste Management*. 2000. V. 20. P. 265–269

416. Alter H. The recovery of plastics from waste with reference to froth flotation. *Consev Recycling*. 2005. V. 43. P. 119–32.

417. Устройство дорожных одежд с покрытиями низших типов. URL: <http://www.studfiles.ru/> (дата звернення: 17.07.2020).

418. Шишкина, А. Дослідження впливу міцелуючих поверхнево-активних речовин на міцність стільникового реактивного порошкового бетону. *Східноєвропейський журнал корпоративних технологій*. - 2016 р. - т. 2, випуск 6 (80). - С. 66-70. до: 10.15587 / 1729-4061.2016.63706,

419. Армированные волокнами вяжущие композиционные материалы: Вклад полиамидных волокон // www.trotuar.ru/forms/dobavki/fibra2.shtml]

420. Сайт «Всё о бетоне». URL: <http://kladembeton.ru/sooruzheniya/esche/dorogi>

421. Сайт автожурнала «Fastmb» URL http://fastmb.ru/autonews/autonews_rus/1565-v-rossii (дата звернення: 22.08.2020).

422. Сайт журнала «За рулем». URL: <http://www.zr.ru/content/articles/848428-musor-nuj-haj>. (дата звернення: 17.07.2020).

423. Малишевська О. С., Мельник О.Д. Покращення зчеплення полімерних відходів з цементним розчином за допомогою ПАР. Тези доповідей на 4 міжнародний конгрес Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування Львів, 21-23 вересня, 2016. – С. 126-127.

424. Малишевська О.С., Гаркавий С.І., Мельник О.Д., Мізюк М.І. *Збільшення тріщиностійкості будівельних матеріалів полімерними відходами*. V Міжнародна науково-практична конференція. Тернопіль, 19-22 вересня 2017 р. С. 206-210.

425. Olha Malyshevska/ Study on strength of a two-layer column, constructed with polymer-filled concrete // Olha Malyshevska, Andrii Velychkovych / Actual problems of renewable power engineering, construction and environmental engineering/ book of abstracts III international scientific-technical conference (7-9 February 2019, Kielce (Poland, Croatia, Slovakia)) – С. 46-47.

426. Малишевська О.С., Власій О.О., Тацій Р.М., Власій Б.О., Ропяк Л.Я., Витвицький В.С. Розрахунок температурних полів у багат шарових плоских, циліндричних і сферичних тілах з розподіленими та зосередженими джерелами тепла. Автор. свід. А.С. №89355, Київ: Укрпатент, 2019. – 28 с

427. Патент на кор. модель № 52186, МПК В29В 17/00. Спосіб виробництва полімерних будівельних матеріалів з пластикових відходів. / В. І. Проців. Опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15.

428. Патент № 55829 А, МПК В29В 17/00. Спосіб одержання композицій на основі термопластичного полімеру й наповнювача з твердих відходів. / І. О. Мікульонок, Ю. Е. Лукач, М. В. Сезонов. Опубл. 15.04.2003, Бюл. № 4.

429. Патент JP № 52682 20120207. Армированный цемент на основе смешанного материала. / Tanaka Yoshinoro, Hashimoto Osamu, Nishi Kazuhiko. Опубл. 23.08.12.

430. Akpanudoh NS, Gobin K, Manos G. Catalytic degradation of plastic waste to liquid fuel over commercial cracking catalysts: effect of polymer to catalyst ratio/activity content. *J Mol Cat A Chem*, 2005. V. 235. P. 67–73.

431. Slapak MJP, Van Kasteren JMN, Drinkenburg AAN. Design of a process for steam gasification of PVC waste. *Resour Conserv Recycling*, 2000. V. 30. P. 81–93.

432. Торгово-виробнича група "ГалПЕТ"
<http://www.galpet.com.ua/oborudovanye-dlya-pererabotky>

433. Мізюк М. І., Погорілий М.П., Малишевська О. С. та ін. Використання лабораторного обладнання навчально-практичного центру для гігієнічних досліджень : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 64 с. ISBN 978-966-286-166-2

434. Малишевська О. С., Мельник О. Д., Назаренко С. К. *Використання полімерних побутових відходів у якості нафтових сорбентів*. Міжнародна науково-практична конференція "Актуальні проблеми та інновації" (Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р.). – С. 140-141.

435. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка сорбентів із перероблених полімерних відходів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2020. № 24 (86). С. 28-31.

436. Малишевська О. С. Використання полімерних відходів для очищення води від органічного забруднення /Малишевська О. С., Пастух М. М./ Тези доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю «Інновації в медицині». 24 березня 2016.: Івано-Франківськ, 2016. – С. 137-138.

437. Франческо Л. М. Вторичная переработка пластмасс : монография. Москва. Профессия, 2007. 400 с.

438. Malyshevskaya O. Hygiene analysis of the work conditions of the process of processing polymeric waste. *Екологічні та гігієнічні проблеми сфери*

життєдіяльності людини : матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. Київ, 11 березня 2020 р. С. 86-87.

439. Малишевська О.С. Комплексна гігієнічна оцінка умов праці під час переробки відходів полімерів. *Молодий вчений*. 2020, 8(84). С.

440. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Механічний рециклінг відходів поліетилентерефталатових пляшок. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2014. Вип. 24.9. С. 149-155.

441. Рамазанов К. Р., Севастьянов В. П. Функциональные добавки в полимерные композиты. Технология переработки алюмохлорида. *Вестник СГТУ*. 2013. №1 (73).

442. О. П. Яворовський, Ю.О. Паустовський, Мізюк М. І., Малишевська О. С. та ін. Тестові завдання і ситуаційні задачі з охорони праці в медичній галузі : навч. посіб. Київ : Медицина, 2019. 224 с. ISBN: 978-617-505-743-8

443. Серова Р., Рахимова Г., Стасилович Е., Айдарбекова С. Исследование физико-механических свойств дисперсно-армированных бетонов // *Эпоха науки*. 2018. №14.

444. Маилян Л. Р., Стельмах С. А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. Выбор видов волокон для дисперсного армирования изделий из центрифугированного бетона // *Вестник евразийской науки*. 2017. №4 (41).

445. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10 затв. наказом № МОЗ України

446. BS EN 12390-3:2009. Testing hardened concrete. Compressive strength of test specimens. Unknown Binding. – 15 May 15, 2009.

447. BS EN 12390-5:2009. Testing hardened concrete. Flexural strength of test specimens. (British standard 12390-5; 2009) Unknown Binding. – 15 May 15, 2009

448. ДСТУ Б В. 2.7-18-95. Будівельні матеріали. Бетони легкі. Технічні умови. [Чинний від 1997.04.01]. Видання офіційне. Київ : Держспоживстандарт України, 1997. 73 с.

449. EN 12390-1: 2009 Testing hardened concrete - Part 1: Shape, dimensions and other requirements of specimens and moulds (Випробування затверділого бетону. Частина 1: Форма, розміри та інші вимоги до випробуваним зразкам і форм).

450. EN 12390-2: 2009 Testing hardened concrete - Part 2: Making and curing specimens for strength tests (Випробування затверділого бетону. Частина 2: Виготовлення та витримання зразків для випробування на міцність).

451. EN 12390-3: 2009 Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of tests specimens (Випробування затверділого бетону. Частина 3: Міцність на стиск випробовуваних зразків).

452. EN 12390-4: 2009 Testing hardened concrete - Part 4: Compressive strength - Specification for testing machines (Випробування затверділого бетону. Частина 4: Міцність на стиск. Технічні умови для випробувальних установок).

453. EN 12390-5: 2009 Testing hardened concrete - Part 5: Flexural strength of tests specimens (Випробування затверділого бетону. Частина 5: Міцність на розтяг при згині випробовуваних зразків).

454. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Бетони методи визначення міцності за контрольними зразками

455. ДСТУ Б В.2.7-40-95 (ГОСТ 30256-94) Будівельні матеріали. Матеріали і виробу будівельні. Метод визначення теплопровідності циліндричним зондом. URL: https://dnaop.com/html/43883/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_%D0%91_%D0%92.2.7-40-95

456. EN 12354-3. Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound (Акустика здания - Оценка акустических характеристик зданий от характеристик элементов - Часть 3: Звукоизоляция воздуха от наружного звука).

457. ДСТУ Б В.2.7-184:2009 «Будівельні матеріали. Матеріали звукоізоляційні і звукопоглинальні Методи випробувань»

458. EN ISO 11654:1997 Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption.

459. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии». <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294854/4294854818.pdf>

460. ДСТУ 4079-2001 Якість води. Визначення загального вмісту хлоридів. Титрування нітратом срібла із застосуванням хролату як індикатора (метод Мора) http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53158

461. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М, Брик М.Т. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник; за заг. ред. А.К. Запольського. Київ : Лібра, 2000. 552 с.

462. ДСТУ ISO 7875-1:2012 Якість води. Визначення поверхнево-активних речовин. Частина 1. Метод визначення вмісту аніонних поверхнево-активних речовин вимірюванням індексу метиленового блакитного (МБАР) (ISO 7875-1:1996, IDT + ISO 7875-1:1996/Cor 1:2003, IDT) URL : http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52287 (дата звернення: 16.02.2020)

463. ASTM F726-12: Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents, Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012.

464. МВВ № 081/12-0645-09 Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів гравіметричним методом

465. ГОСТ 17.1.4.01-80 Охорона природи. Гідросфера. Загальні вимоги до методів визначання нафтопродуктів у природних і стічних водах.

466. МВВ № 081/12-0877-13 Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів методом інфрачервоної спектрофотометрії

467. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» URL: http://searchligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE17747.html (дата звернення: 16.02.2020)

468. ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення».

469. ГОСТ 20445–75 «ССБТ. Здания и сооружения промышленных предприятий. Метод измерения шума на рабочих местах».

470. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

471. ГОСТ 12.1.016-79 Повітря робочої зони. Вимоги до методик вимірювання концентрацій шкідливих речовин (Зі зміною №1)

472. ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

473. Інструкція МОП «Навколишні фактори на робочому місці» 2017. URL : <http://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/packagingfcs-/recycledplastics/ucm155232>, accessed 20 Nov. 2016 -дата звернення: 22.11.2019).

474. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : Наказ МОЗ України від 08.04.2014. № 248. *Офіційний вісник України*. 2014. № 41. С. 94.

475. ГОСТ 12.1.016-79 Гранично допустимі концентрації (ГДК) та орієнтовно безпечні рівні діяння (ОБРД) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. К., 2000. 139 с. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>

476. МВ 4436-87 Методичні вказівки. Вимірювання концентрацій аерозолів переважно фіброгенної дії. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293779/4293779855.pdf>

477. ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (затверджена Держкомітетом СРСР по гідрометеорології і контролю природного середовища від 04.08.1986 р. № 192; узгоджена Держбудом СРСР від 07.01.1986 р. № ДП-76-1; узгоджена МОЗ СРСР 07.02.1986 р. № 04-4/259-4)

478. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів: ДСП №173-96 (із змінами внесеними згідно з Наказами МОЗ України № 362 від 02.07.2007р., № 653 від 31.08.2009р. та № 952 від 18.05.2018р.), затверджені наказом МОЗ України від 19.06.1996 р. № 173, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 24.07.1996 р. за № 379/1404. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>. МР 2.2.12-142-2007/МОЗ України

479. МВВ 31-497058-015-2003 Ґрунти. Визначення вмісту рухомих форм важких металів (Co, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, Mn, Fe) у ґрунті у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 за М.К. Крупським і А.М. Александрової (1964) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі.

480. ISO 17402 - 2008 - Soil quality - Requirements and guidance for the selection and application of methods for the assessment of bioavailability of contaminants in soil and soil materials. <https://www.iso.org/standard/38349.html>

481. ISO 17126 -2005a - Soil quality - Determination of the effects of pollutants on soil flora - Screening test for emergence of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.). <https://www.iso.org/standard/31214.html>

482. ISO 22030:2005b Качество почвы. Биологические методы. Хроническая токсичность для высших растений. <https://www.iso.org/standard/36065.html>

483. ISO 11269-1:2012a - Soil quality - Determination of the effects of pollutants on soil flora - Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth. <https://www.iso.org/standard/51388.html>

484. ДСТУ 4770.1:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії

485. ДСТУ 4770.2:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

486. ДСТУ 4770.3:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

487. ДСТУ 4770.4:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук заліза в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

488. ДСТУ 4770.5:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

489. ДСТУ 4770.6:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

490. ДСТУ 4770.7:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук нікелю в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

491. ДСТУ 4770.8:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук хрому в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

492. ДСТУ 4770.9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно абсорбційної спектрофотометрії [br] НД чинний: від 2009. 01. 01

493. ISO 11269-2:2012b - Soil quality - Determination of the effects of pollutants on soil flora - Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. <https://www.iso.org/standard/51382.html>

494. ISO 16198 - Soil quality - Plant-based test to assess the environmental bioavailability of trace elements to plants. <https://www.iso.org/standard/55834.html>

495. ДСТУ ISO 11268-1:2003 Якість ґрунту. Вплив забрудників на земляних черв'яків (*Eisenia Fetida*). Частина 1. Визначання гострої токсичності з використанням штучного субстрату ґрунту (ISO 11268-1:1993, IDT)

496. МВВ 081/12-0009-01 Ґрунти. Методика виконання вимірювань свинцю методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (2,0-100 мг/кг) http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=76348

497. МВВ № 081/12-0117-03 Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм нікелю та кобальту атомно-абсорбційним методом http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=90869

498. МВВ 081/12-0012-01 Ґрунти. Методика виконання вимірювань хрому методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (0,5-100 мг/кг) http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=76345

499. МВВ 081/12-0013-01 Ґрунти. Методика виконання вимірювань цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (5-1000 мг/кг) http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=76346

500. МР 2609-82 Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. <https://docs.cntd.ru/document/1200126486>

501. ДСТУ 4173:2003 Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) : [Чинний від 01.07.2004]. Офіц. вид. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. –22 с.

502. ДСТУ 4166:2003 (ISO 10706:2000, MOD). Якість води. Визначання хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia Magna* Straus і

Ceriodaphnia Affinis Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) : [Чинний від 01.07.2004].
Офіц. вид. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 22 с.

503. СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления.
<https://docs.cntd.ru/document/901865875>

504. ДСТУ 7534:2014 Ґрунти тепличні. Метод приготування водної витяжки.
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62115

505. МВВ 081/12- 0787-11 МВВ № 081/12-0787-11 Почвы. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм свинца, меди, цинка, кадмия, хрома, кобальта, марганца из одной вытяжки атомно-абсорбционным методом (пламенная атомизация)

506. ДСТУ ISO 11885:2005 Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно емісійної спектрометрії з індуктивнозв'язаною плазмою (ISO 11885:1996, IDT) [br] НД чинний: від 2008 01 01

507. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря : методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007/МОЗ України: наказ № 184 від 13.04.2007 р. К.: МОЗ України, 2007, 28с.
Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0184282-07#Text>

508. U.S. EPA Method 6010B Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. <https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/6010b.pdf>

509. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных (2018). Монография. 2-е изд. К. : Мединформ. 579 с.
[http://www.health.gov.ua/www.nsf/16a436f1b0cca21ec22571b300253d46/522e94120f630ce5c225803b004b3867/\\$FILE/Antomonov_monogr_titul%2BOGLAVL%2Bvvedenie.pdf](http://www.health.gov.ua/www.nsf/16a436f1b0cca21ec22571b300253d46/522e94120f630ce5c225803b004b3867/$FILE/Antomonov_monogr_titul%2BOGLAVL%2Bvvedenie.pdf)

510. РД 52.4.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406>

511. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; «Переліку гранично-допустимих концентрацій хімічних і біологічних чинників в атмосферному повітрі населених місць», затверджених т.в.о. Головного державного санітарного лікаря України від 03.03.15 р.).

512. Малишевська О.С., Мізюк М. І., Мищенко І. А., Погорілий М. П. та ін. Збірник тестових завдань і задач з дисципліни «Охорона праці в медичній галузі» : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. ISBN 978-966-286-167-9

513. Малишевська О.С. Оцінка ризику виникнення негативних ефектів у здоров'ї населення від процесу механічної переробки вторинних полімерів. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2021. Том 25 №1. С. 147-152.

514. Малишевська О.С. Гігієнічна оцінка умов праці працівників процесу переробки відходів ПЕТФ-пляшки. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Том 6, №2(30). С. 133-139.

515. Малишевська О.С. Прогнозування не канцерогенного ризику для здоров'я населення від виробництв механічної переробки вторинних полімерів. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Том 6, № 3 (31). С. 212-220.

516. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна характеристика основних методів переробки полімерних побутових відходів. *Modern Scientific Researches*. 2018. – Issue №5, Part 1. – P. 100-11.

517. Malyshevskaya O.S. Hygienic assessment of the impact on the air environment of technology of processing of secondary polymer raw materials with the stage of mechanical activation. *Modern engineering and innovative technologies*. 2021. N 16(4). P. 23-29.

518. Малишевська О.С. Продукти деструкції полімерів і полімерних відходів та їх зв'язок із захворюваністю і впливом на нащадків. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 34-37.

519. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ): пат. 94992 Україна. МПК В29В 17/00. №u201406232; заявл. 05.06.2014; опубл. 10.12.2014. Бюл. №23. 6 с.

520. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ): пат. на винахід 110282 Україна. МПК В29В 17/00, В03В 9/06. №a201406234; заявл. 05.06.2014; опубл. 10.12.2015. Бюл. № 23. 6 с.

521. Malyshevskaya O. S. *Hygienic assessment of the impact of filler with recycled plastic packaging waste in concrete mixtures*. Научно-практический симпозиум «Иновационная наука, образование, производство и транспорт» (21-22 октября 2019 года), Минск, Беларусь. С. 12-14.

522. Пристрій для подрібнення пляшок із пластика: пат. 130090 на винахід Україна. МПК В29В 17/00. № а20180548; заявл.15.05.2018; опубл. 27.07.2020. Бюл. № 14. 6 с

523. Мізюк М.І., Малишевська О.С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. Лист. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, 2019. – 4 с.

524. Malyshevskaya O.S. Hygienic prerequisites for the development of an independently functioning flexible production system for polymer processing from domestic waste. *Colloquium-journal*. 2021. N 12(99). P. 8-12. doi: 10.24412/2520-6990-2021-1299-8-11

525. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка сорбентів із перероблених полімерних відходів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2020. № 24 (86). С. 28-31.

526. Малишевська О.С. Оцінка ефективності вилучення розчинених у воді нафтопродуктів переробленими відходами полімерної упаковки в середовищі рослинних ПАР. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 2(90). С. 9-13

527. Малишевська О. С., Мельник О. Д., Назаренко С. К. Використання полімерних побутових відходів у якості нафтових сорбентів. Міжнародна науково-практична конференція "*Актуальні проблеми та інновації*". Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р. С. 140-141.

528. Малишевська О. С., Гаркавий С. І., Мельник О. Д. Нанесення рослинних ПАР на поверхню полімерних адсорбентів для покращення вилучення нафтопродуктів із води. *Вода: гігієна та екологія*. Миколаїв, 2017. Вип. 1-2 (6). С. 44-50.

529. Malyshevskaya O. S. Evaluation of toxicity of waste of mechanical processing of polymers by biotesting. *Innov Biosyst Bioeng*. 2021.V. 5(2). P. 97-104.

530. Малишевська О.С., Мізюк М.І. Новітня технологія механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 54-59.

531. Малишевська О.С. Біотестування нафтових сорбентів на основі відходів полімерів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 3(91). С. 12-15.

532. Малишевська О.С. Визначення фітотоксичності відходів механічної переробки сумішей полімерів із їх механічною активацією. *Biological systems: theory and innovation*. 2021. Том 12. №1. С. 32-41.

533. Малишевська О.С. Біотестування нафтових сорбентів на основі відходів полімерів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 3(91). С. 12-15.

534. СанПиН 42-123-4089-86 Гранично допустимі концентрації важких металів і миш'яку в продовольчій сировині та харчових продуктах. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=57195

535. Myshchenko I., Soloviov O., Malyshevska O., Mazyuk M. Sensorineural Hearing Loss in the Structure of Occupational Morbidity in Ukraine: the Problem of Disease Detection. *Galician medical journal*. 2018. Vol. 25, Issue 2. P. 34-39.

536. Малишевська О.С. Досвід і перспективи вирішення проблеми поводження з полімерною упаковкою у світі та Україні. *НУБіП, серія біологія, біотехнології, екологія*. Київ, № 5(75), 2018. С. 37-53.

537. Малишевська О.С. Гігієнічна оцінка умов праці працівників процесу переробки відходів ПЕТФ-пляшки. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Том 6, №2(30). С. 133-139.

538. Helena Eriksson HP, Andersson E, Schiöler L, Söderberg M, Sjöström M, Rosengren A, Torén K. Longitudinal study of occupational noise exposure and joint effects with job strain and risk for coronary heart disease and stroke in Swedish men. *BMJ* 2019; 5: 1-7 doi: 10.1136 / bmjopen-2017-019160].

539. Lie A, Skogstad M, Johannessen HA, et al. Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016; 89: 351-72 doi: 10.1007 / s00420-015-1083-5]

540. І 3.3.6.-2006 Інструкція з визначення допустимих термінів роботи працюючих у шкідливих умовах. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0820282-06#Text>

541. O. Malyshevska, A.Velychkovych. Study on strength of a two-layer column, constructed with polymer-filled concrete. *Actual problems of renewable power engineering, construction and environmental engineering/ book of abstracts III international scientific-technical conference (7-9 February 2019, Kielce (Poland, Croatia, Slovakia))* – С. 46-47.

542. Малишевська О. С. Покращення зчеплення полімерних відходів з цементним розчином за допомогою ПАР. Тези доповідей на 4 міжнародний конгрес

«Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» Львів, 21-23 вересня, 2016. – С. 126-127

543. Мізюк М. І., Погорілий М.П., Малишевська О. С. та ін. Використання лабораторного обладнання навчально-практичного центру для гігієнічних досліджень : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 64 с. ISBN 978-966-286-166-2

544. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна оцінка цементних композицій, наповнених переробленими полімерними відходами. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2019. № 1 (90). С. 45-50.

545. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна оцінка впливу на довкілля будівельних матеріалів, наповнених подрібненими полімерними відходами з нанесеною на поверхню ПАР. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2019. № 2 (91). С. 46-52.

546. Alekseeva N., Babchinska O., Bondarchuk M., Brazhko O., Cherep A., Cherep O., Kurman T., Labenska I., Liapunova O., Malyshevskaya O., Mamonov K., Marutiak H., Nalyvaiko L., Protska V., Rysin V., Sclyar., Troyan V., Varych O., Welchinska O., Zaremba O. Scientific research of the XXI century. Volume 2 : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks. California : GS publishing service, 2021. 312 p. ISBN: 978-1-7364133-1-9.

547. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми і правила "Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною". http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=27272.]

548. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна оцінка впливу на довкілля будівельних матеріалів, наповнених подрібненими полімерними відходами з нанесеною на поверхню ПАР. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2019. № 2 (91). С. 46-52.

549. Malyshevskaya O. S. *Hygienic assessment of the impact of filler with recycled plastic packaging waste in concrete mixtures*. Научно-практический симпозиум «Иновационная наука, образование, производство и транспорт» (21-22 октября 2019 года), Минск, Беларусь. С. 12-14.

550. Council Directive 76/768/EEC of 27 July 1976 on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products. URL : <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1976L0768:20100301:en:PDF>. Базельська конвенція про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних

відходів та їх видаленням від 22.03.1989. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_022 (дата звернення : 10.10.2019).

551. Малишевська О.С. Досвід і перспективи вирішення проблеми поводження з полімерною упаковкою у світі та Україні. *НУБіП, серія біологія, біотехнології, екологія*. Київ, № 5(75), 2018. С. 37-53.

552. Эффективные сорбенты для ликвидации нефтяных разливов / В.Ж. Арене, О.М. Гридин. Экология и промышленность России. 2006. – № 2. — С. 30 — 37.

553. Use of Sorbent Materials in Oil Spill Response. The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF). *Technical information paper*. 2012. Vol. 8.12 p.

554. Мальований М.С. Очищення води від нафтопродуктів природними та модифікованими сорбентами. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2007. № 4. С. 61 — 65.

555. Бордунов, В.В., Коваль Е.О., Соболев И.А. Полимерные волокнистые сорбенты для сбора нефти. *Нефтегазовые технологии*. 2000. № 6. с. 30–31

556. Магеррамов А.М., Азизов А.А., Алосманов Р.М., Керимова Э. С., Буният-заде И.А. Использование полимеров в качестве сорбентов. «*Молодой учёный*». Казань № 4 (84) . Февраль, 2015 г

557. Кожанова Г.А., Соловійов В.І. та ін. Методи ліквідації нафтового забруднення з застосуванням сорбенту «Екторф». *Вісник Одеського національного університету. БІОЛОГІЯ*. 2001. № 2. С. 154 - 157.

558. MacDonald I R, Kammen D M and Fan M. Science in the aftermath: investigations of the DWH hydrocarbon discharge *Environ. Res. Lett.* 2014, 9(12).50-06.

559. Deng D, Prendergast D P, MacFarlane J, Bagatin R, Stellacci F and Gschwend P M 2013 Hydrophobic meshes for oil spill recovery devices *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 5. 774–81

560. Annunciado T R, Sydenstricker T H D and Amico S C. Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills *Mar. Pollut. Bull.* 2005. 5. 1340–6

561. Li D, Zhu F Z, Li J Y, Na P and Wang terization of cellulose fibers from corn straw as natural oil sorbents *Ind. Eng. Chem. Res.* 2017. 52. 516–24

562. Al-Majed Ab A. A Sustainable Approach to Controlling Oil Spills. *Journal of Environmental Management*. 2012. Vol. 113. p. 213-227.

563. Sorstrom SE, Brandvik PJ, Buist I, Daling P, Dickins D, Faksness LG, Potter S, Rasmussen JF and Singsaas I, 2010. Joint Industry Program on Oil Spill Contingency for Arctic and Ice-covered Waters: Summary Report. Oil in Ice JIP Report No. 32, SINTEF, Trondheim, Norway.

564. Технология получения волокнистых сорбентов нефти и нефтепродуктов из отходов термопластов: отчет о НИР (заключит.) / НИИСтроит. материалов при ТГАСУ ; рук. Г. Г. Волокитин; отв. исполн. Н. К. Скрипникова. – Томск, 2000. – 4 с. – № ГР 01.20.00 10666. – Инв. № 02.2000 05406.

565. Малишевська О. С., Мельник О. Д., Назаренко С. К. *Використання полімерних побутових відходів у якості нафтових сорбентів*. Міжнародна науково-практична конференція "Актуальні проблеми та інновації" (Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р.). – С. 140-141.

566. Малишевська О. С. Використання полімерних відходів для очищення води від органічного забруднення /Малишевська О. С., Пастух М. М./ Тези доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю «Інновації в медицині». 24 березня 2016.: Івано-Франківськ, 2016. – С. 137-138.

567. Про відходи : Закон України від 05 березня 1998 р. № 187/98-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80>

568. Зерук В.А. Аналіз нормативно-правової бази реалізації політики поводження з відходами в Україні. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2013. Вип. 12. С. 276-288.

569. Малишевська О. С. *Основи наукової концепції комплексного управління муніципальними відходами з позиції екологічної оптимізації урбаністичного середовища*. Матеріали науково-практичної конференції «Наука і освіта XXI століття», Івано-Франківськ 24 травня, 2012. – С. 57-62.

570. Павленков М.Н., & Воронин П.М. Проблемы развития сферы твердых коммунальных отходов муниципального образования. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки*. 2018. № 3. С. 130-139.

571. Council Directive 76/768/EEC of 27 July 1976 on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products. URL : <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1976L0768:20100301:en:PDF>. Ба

зельська конвенція про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх видаленням від 22.03.1989. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_022 (дата звернення : 10.10.2019).

572. Правила збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації та захоронення відходів, в тому числі компонентів твердих побутових відходів , як вторинної сировини, на території Обухівської міської ради : Додаток до рішення Обухівської міської ради № 466-32-VI від 25.12.2012 року. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>

573. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України. Редакція №77–VIII від 28.12.2014 р. *Відомості Верховної Ради України*. 2015. № 11. С. 75.

574. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25 липня 1991 р. № 1264–12. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення 25.09.2020).

575. Про металобрухт : Закон України від 05.05.1999 № 619-XIV. *Відомості Верховної Ради України*. 1999. № 25. Ст. 212.

576. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 21.05.1997 № 280/97-ВР // *Відомості Верховної Ради України*, 1997. - № 24. - Ст.170.

577. Про благоустрій населених пунктів : Закон України від 06.09.2005 №2807-IV // *Відом. Верх. Ради України*. – 2005. – № 49. – Ст. 2580.

578. Про затвердження Правил надання послуг з вивезення побутових відходів : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 10 грудня 2008 р. № 1070.

579. Порядок ведення реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів : Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.1998 № 1360. *Офіційний вісник України*. 1998. № 35. Стор. 25. Ст. 1307.

580. Про затвердження Порядку виявлення та обліку безхазяйних відходів : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1217. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1217-98-п>

581. Порядок розроблення, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 3 серпня 1998 р. № 1218

582. Питання надання послуг з вивезення побутових відходів : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 16.11.2011 р. № 1173

583. Про впровадження системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини : затв. Постановою Кабміну України від 26.07.2001 р. № 915

584. Норми утворення твердих побутових відходів у населених пунктах України : затв. Наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.01.2006 р. № 7.

585. Методичні рекомендації з організації збирання, перевезення, перероблення та утилізації побутових відходів : затв. Наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 07.06.2010 № 176.

586. Методика роздільного збирання побутових відходів : Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.08.2011 № 133. 2011. № 81. Стор. 78. Ст. 2990.

587. Правила експлуатації об'єктів поводження з побутовими відходами : Наказ Міністерства з питань житлово-комунального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 04.05.2012 № 196. Офіційний вісник України. № 42. Стор. 135. Ст. 1639.

588. Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 13.04. 2011 року № 461.

589. Правила експлуатації полігонів побутових відходів : Наказ Міністерства з питань житлово-комунального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435. Офіційний вісник України. № 100. Стор. 238. Ст. 3594.

590. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування». URL: http://searchligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE17747.html (дата звернення: 16.02.2020)

591. Кодекс України про адміністративні правопорушення (статті 1 – 212-20) : Кодекс : Закон України від 07.12.1984 р. № 8073-X // Офіційний вебпортал Верховна Рада України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/80731-10>. - Дата звернення 10.08.2020)

592. Національна стратегія наближення (апроксимації) законодавства України до права ЄС у сфері охорони довкілля. К., 2015. 107 с.

593. Збірник нормативно-правових актів Європейського Союзу у сфері охорони навколишнього середовища. – Львів: Екоправо-Львів, 2004. – 192 с.

594. Голік Ю.С., Войтенко А.В., Ілляш О.Е. та ін .Законодавство європейського союзу у сфері охорони навколишнього середовища: навч. посіб. : Полтава: Вир. "Оріяна", 2009. С. 106 – 146.

595. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року : затв. Розпорядженням Кабміну України від 20 лютого 2019 р. № 117-р.

596. Угода про асоціацію України. URL :<https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/yevropejska-integraciya/ugoda-proasociaciyu>.

597. Проект Закону Про управління відходами» № 2207-1 від 16.10.2019. URL : (http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67094

598. Проект Закону Про відходи електричного та електронного обладнання № 2350 від 30.10.2019. URL : http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67234- Дата звернення 10.08.2020)

599. Проект Закону Про батареї та акумулятори 2352 від 30.10.2019. URL : (http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?id=&pf3511=67236- Дата звернення 10.08.2020)

600. Проект Закону України “Про упаковку та відходи упаковки» від 03.02.2020 .URL : (<https://www.minregion.gov.ua/base-law/grom-convers/elektronni-konsultatsiyi-z-gromadskistyuu/proekt-zakonu-ukrayini-pro-upakovku-ta-vidhodi-upakovki/>- Дата звернення 10.08.2020)

601. Проект Закону Про відходи» 2207-2 від 17.10.2019. URL : http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67116)

602. Сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. Управління відходами. URL : (<https://menr.gov.ua/timeline/Vidhodi-ta-nebezpechni-rechovini.html>.)

603. Europe 2020 strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM(2014) 130 final, Brussels, 2014 р. 37. URL : (<https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%20%200007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> - Дата звернення 10.08.2020)

604. European Commission, 2010. Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. COM(2010) 2020 final. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>

605. Регламент Комісії (ЄС) № 1774/2002 від 3 жовтня 2002 року, встановлює санітарні правила по відношенню до побічних продуктів тваринного походження, що не призначення для вживання людиною відповідно до Директиви 90/667/ЄС Європейського Парламенту та Ради (Official Journal L 337, 04.07.2002, р. 11–26)

606. Директивою 2006/21/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 15 березня 2006 року про управління відходами видобувної промисловості та внесення змін до Директиви 2004/35/ЄС (Official Journal L 102, 11.04.2006, р. 15–34)

607. Рішення Комісії 2014/955/ЄС від 18 грудня 2014 року про внесення змін до рішення 2000/532/ЄС про перелік відходів відповідно до Директиви 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради (Official Journal L 370, 30.12.2014, р. 44–86)

608. Регламент (ЄС) № 1013/2006 Європейського Парламенту та Ради від 14.06.2006 року про перевезення відходів (Official Journal L 190, 12.07.2006, р. 1–98)

609. Директива 95/157/ЄЕС «Про видалення ПХД та ПХТ». URL: <http://www.ligazakon.ua>

610. Директива 86/278/ЄЕС «Про осаді стічних вод». URL: <http://www.ligazakon.ua>.

611. Директива 2004/35 Європейського Парламенту та Ради «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди» від 21 квітня 2004 року.

612. Директива про попередження важких аварій 2012/18 від 4 липня 2012 / Офіціальний вестник Європейського Союзу. – 39 с

613. Директивою 2012/19/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 4 липня 2012 року про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО) (Official Journal L 197, 24.07.2012, р. 38–71)

614. Директивою 2006/66/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 6 вересня 2006 року про батареї і акумулятори та відпрацьовані батареї і акумулятори та про скасування Директиви 91/157/ЄЕС (Official Journal L 266, 26.09.2006, р. 1–14)

615. Регламент Ради (ЄС) № 1420/1999 від 29 квітня 1999 р. Про встановлення загальних правил та процедур, що застосовуються до поставок певних видів відходів до країн, що не належать до ОЕСР. Ради (Official Journal L 337, 29.04.1999, р. 11–26)

616. WHAT IS CIRCULAR ECONOMY? Circular economy is presented as a system of resources utilization where reduction, reuse and recycling of elements prevails
URL: <https://www.activesustainability.com/sustainable-development/what-is-circular-economy/>

617. Final report. Environmental benefits of recycling – 2010 update. March 2010. P.255. URL: https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Environmental_benefits_of_recycling_2010_update.3b174d59.8816.pdf

618. Bader, A. M., M. Hartwich, A. Richter, and B. Meyer. 2018. Managing, Reusing, and Recycling Used Oil.. *Fuel Process Technol* 169:58–70.

619. Malyshevska O. S. Mizyuk I. M., Garkavy S. I., Melnyk O. D., Myshchenko I. A. *Polymer Waste Management - Environmental Safety Strategy*. International scientific conference “CONFSEC 2017”, 11-14.12.2017. Borovets, Bulgaria. p. 63-67.

620. Malyshevska O.S. Environmental and hygienic problems of the implementation of the norms of european legislation on household waste and waste of packaging in the legislative system of Ukraine and low cost ways of their solution. *Colloquium-journal*. 2019. - N16 (40). P. 62-66.

621. Malyshevska O., Garkavij S., Melnyk O., Mizyuk M., Myshchenko I. Malyshevska O. Polymer waste management – environmental safety strategy. *Security&Future*, 2017. Vol. 3. P. 106 – 108.

622. Convention on Civil Liability for Damage Resulting from Activities Dangerous to the Environment, 1993 [Electronic resource]: [Done at Lugano 21.06.1993] / Council of Europe. URL: <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/150.html>

623. Протокол про відповідальність і компенсацію за шкоду, заподіяну в результаті транскордонного перевезення небезпечних відходів та їхнього видалення [Електр. ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995793>

624. Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC Text with EEA

relevance (Eng). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://phase1.pprdeast2.eu/assets/files/Publications/SevesoIII_Directive_RUS.pdf].

625. Кириллова А. Н., Мусинова Н. Н. (). Организационно-экономический механизм управления системой обращения с твердыми коммунальными отходами. *Вестник университета*. 2018. № 10. С. 65-69.

626. Латыпова М.В. Анализ развития системы обращения с твердыми коммунальными отходами в России: проблемы и перспективы с учетом Европейского опыта. *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2018. № 14. С. 741-758.

627. Інноваційна наука, освіта, виробництво і транспорт: освіта, фізичне виховання, психологія, соціологія, філософія, філологія, біологія. Книга 2. Частина 3: серія монографій / [авт.кол.: Г.А.Гилев, Ч.Т.Іванків, О.Л.Калашникова, Ю.П.Олексин, О.С. Малишевська, Г.А.Федотова та ін.]. - Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019 - 160 с. : ил., табл. - (Серія «Інноваційна наука, освіта, виробництво і транспорт»; №2).

628. Malyshevska O., Garkavij S., Melnyk O., Mizyuk M., Myshchenko I. *Polymer waste management – environmental safety strategy*. International scientific conference "Confsec 2017" . Bulgaria, 11-14 December 2017. P. 62-64.

629. Міхно І. С. Методи утилізації відходів. Світовий досвід. *Економіка, Фінанси, Менеджмент: актуальні питання науки і практики*, 2015. №2. С. 68 – 78.

630. «Проблеми державного регулювання у сфері поводження з відходами та шляхи їх вирішення». Аналітична записка. Національний інститут стратегічних досліджень при президентові України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.niss.gov.ua/articles/1386/>.

631. Офіційний сайт «Укрвторма»<http://ukrvtorma.com.ua/main/>

632. Офіційний сайт «Біоенергетична асоціація України» <https://uabio.org/energy-from-waste/>

633. Проект Закону «Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання використання побутових відходів як альтернативного джерела енергії» №4835-д від 31.07.2017.

634. Відкритий лист Європейської Бізнес Асоціації щодо законопроектів у сфері поводження з відходами. Від 11.07.2017. URL : ([https://eba.com.ua/european-business-association-addressed-open-letter-chairman-verkhovna-rada-ukraine/-](https://eba.com.ua/european-business-association-addressed-open-letter-chairman-verkhovna-rada-ukraine/))

635. Остап Семерак «Потрібна Комплексна стратегія енергозаміщення». Дзеркало Тижня. 11-17.11.2017 р. №42 URL : (https://zn.ua/ukr/business/potribna-kompleksna-strategiya-energozamischennya-259846_.html)

636. УНІАН. 08.10.2019 р. URL : (<https://www.unian.ua/ecology/10713267-ye-dvi-prichini-ekspert-poyasniv-chomu-v-ukrajini-ne-pracyuye-zakon-pro-sortuvannya-smittyu.htm>)

637. Прокопчук С. Коли запрацює Закон України «Про відходи»? УКРІНФОРМ. 10.09.2018. URL : (<https://www.ukrinform.ua/rubric-politics/2534498-koli-zapracue-zakon-ukraini-pro-vidhodi.html> - Дата звернення 14.08.2020)

638. Що нам несе об'єднання МінПрироди та МінЕнерго. Асоціації підприємств в сфері поводження з небезпечними відходами. Від 11.09.2019. URL : ([https://ecoteam.org.ua/novyny/shho-nam-nese-obyednannya-minpryrody-ta-minenergo/-](https://ecoteam.org.ua/novyny/shho-nam-nese-obyednannya-minpryrody-ta-minenergo/))

639. Leslie Hook and John Reed. Why the world's recycling system stopped working? China's refusal to become the west's dumping ground is forcing the world to face up to a waste crisis. *Financial Times*. October 25 2018. URL : (<https://www.ft.com/content/360e2524-d71a-11e8-a854-33d6f82e62f8->).

640. ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99) «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходів. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін. Міждержавний стандарт» http://cem.com.ua/wp-content/uploads/2016/08/dstu_2195_99.pdf.

641. Порядок подання декларації про відходи та її форми : Постанова Кабінету Міністрів України від 18.02.2016 № 118. Офіційний вісник України. 2016. № 18. Стор. 302. Ст. 720. <https://www.pro-e.org/the-green-dot-trademark/licence-fees> - Дата звернення 14.08.2020).

642. PRO Europe Packaging Recovery Organisation Europe URL : (<https://www.pro-e.org/the-green-dot-trademark/licence-fees->).

643. Малишевська О.С. Досвід і перспективи вирішення проблеми поводження з полімерною упаковкою у світі та Україні. *НУБіП, серія біологія, біотехнології, екологія*. Київ, № 5(75), 2018. С. 37-53.

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

2) наукові праці, в яких опубліковані наукові результати дисертації:
– у наукових фахових виданнях України та наукових періодичних виданнях інших держав:

1. Погорілий М.П., Мізюк М.І., Малишевська О.С., Йонда М.Є., Токар І.Т., Єремчук Я.О. Особливості епідемічного процесу гепатиту А та його зв'язок із накопиченням побутових полімерних відходів у довкіллі. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2018. № 2 (72). С. 68-74. (постановка задачі, проаналізовано результати досліджень, висновки)

2. Малишевська О.С., Гаркавий С.С., Мищенко І.А., Погорілий М.П., Токар І.Т., Гречух Л.С. Еколого-гігієнічна оцінка впливу транспортування побутових відходів на повітряне середовище полігонів. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2018. № 2 (87). С. 48-53. (постановка задачі, проведено дослідження та їх аналіз.)

3. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних побутових відходів. *Вісник проблем біології і медицини*. Полтава, 2018. Вип. 2, (144). С. 122-126.

4. Малишевська О.С. Досвід і перспективи вирішення проблеми поводження з полімерною упаковкою у світі та Україні. *НУБіП, серія біологія, біотехнології, екологія*. Київ, № 5(75), 2018. С. 37-53.

5. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна оцінка цементних композицій, наповнених переробленими полімерними відходами. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2019. № 1 (90). С. 45-50.

6. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна оцінка впливу на довкілля будівельних матеріалів, наповнених подрібненими полімерними відходами з нанесеною на поверхню ПАР. *Довкілля та здоров'я*. Київ, 2019. № 2 (91). С. 46-52.

7. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна оцінка сорбентів із перероблених полімерних відходів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2020. № 24 (86). С. 28-31.

8. Малишевська О.С. Оцінка ризику виникнення негативних ефектів у здоров'ї населення від процесу механічної переробки вторинних полімерів. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2021. Том 25 №1. С. 147-152.

9. Малишевська О.С. Визначення фітотоксичності відходів механічної переробки сумішей полімерів із їх механічною активацією. *Biological systems: theory and innovation*. 2021. Том 12. №1. С. 32-41.

10. Малишевська О.С. Гігієнічна оцінка умов праці працівників процесу переробки відходів ПЕТФ-пляшки. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Том 6, №2(30). С. 133-139.

11. Малишевська О.С. Оцінка ефективності вилучення розчинених у воді нафтопродуктів переробленими відходами полімерної упаковки в середовищі рослинних ПАР. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 2(90). С. 9-13.

12. Малишевська О.С. Прогнозування не канцерогенного ризику для здоров'я населення від виробництв механічної переробки вторинних полімерів. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021. Том 6, № 3 (31). С. 212-220.

14. Малишевська О.С. Біотестування нафтових сорбентів на основі відходів полімерів. *НУБіП, серія біологія, біотехнологія, екологія*. 2021. № 3(91). С. 12-15.

15. Malyshevskaya O., Garkavij S., Melnyk O., Mizyuk M., Myshchenko I. Polymer waste management – environmental safety strategy. *Security&Future*, 2017. Vol. 3. 106 – 108. (постановка задачі, дослідження, підготовлено матеріал до друку.)

16. Малишевська О.С. Еколого-гігієнічна характеристика основних методів переробки полімерних побутових відходів. *Modern Scientific Researches*. 2018. – Issue №5, Part 1. – P. 100-111.

17. O. Y. Popadyuk, O. S. Malyshevskaya, L. Y. Ropyak, V. S. Vytvytskyi, M. M. Droniak. Study of Nano-Containing Biopolymer Films Therapeutic and Physical-Mechanical Properties. *Novosti Khirurgii*. 2019, Vol 27(1): 16-25. (постановка задачі, підготовлено матеріал до друку.)

18. Malyshevskaya O. S. Evaluation of toxicity of waste of mechanical processing of polymers by biotesting. *Innov Biosyst Bioeng*. 2021.V. 5(2). P. 97-104.

19. Malyshevska O.S. Hygienic assessment of the impact on the air environment of technology of processing of secondary polymer raw materials with the stage of mechanical activation. *Modern engineering and innovative technologies*. 2021. N 16(4). P. 23-29.

20. Malyshevska O.S. Hygienic prerequisites for the development of an independently functioning flexible production system for polymer processing from domestic waste. *Colloquium-journal*. 2021. N 12(99). P. 8-12. doi: 10.24412/2520-6990-2021-1299-8-11

– наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

21. Малишевська О. С. Проблеми та перспективи поводження з ТПВ на прикладі Івано-Франківської області. Міжнародна наук.-практ. конференція „*Трансфер технологій: від ідеї до прибутку*”. Дніпропетровськ 27-29 квітня, 2010. С.13-15

22. Малишевська О. С. Проблеми збирання та сортування ТПВ в м. Івано-Франківськ та області. VIII міжнародна науково-технічна конференція "*Еколого-економічні проблеми Карпатського євро регіону «ЕЕПКЄ-2011»*". Івано-Франківськ 24-26 травня, 2011. С.17-21.

23. Малишевська О. С. Основи наукової концепції комплексного управління муніципальними відходами з позиції екологічної оптимізації урбаністичного середовища. Наук.-практ. конференція «*Наука і освіта XXI століття*». Івано-Франківськ 24.05.2012. С. 57-62.

24. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Переробка відходів ПЕТ-пляшок. Обласна науково-практична конференція «*Інтелектуальний продукт вчених і винахідників Прикарпаття*». Івано-Франківськ, 25-26 січня, 2015. С.213-215.

25. Малишевська О. С., Пастух М. М. Використання полімерних відходів для очищення води від органічного забруднення. Міжнародна наук.-практ. конференція «*Інновації в медицині*». 24 березня 2016.: Івано-Франківськ, 2016. С. 137-138.

26. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Застосування технології механічного рециклінгу для утилізації полімерних побутових відходів. XXV Всеукраїнська науково-практична конференція «*Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*». Хмельницький, 16-17.09.2016. С. 18-21.

27. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Покращення зчеплення полімерних відходів з цементним розчином за допомогою ПАР. IV міжнародний конгрес

«Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». Львів, 21-23 вересня, 2016. С. 126-127.

28. Мізюк М. І., Мищенко І. А., Малишевська О. С. Поліпшення санітарно-гігієнічних умов проживання населення шляхом впровадження технології механічного рециклінгу побутової полімерної упаковки. Міжнародна наук.-практ. конференція *"Сучасні тенденції розвитку науки"*. Київ, 15-16.03. 2017. (Ч. 2). С. 14-15.

29. Малишевська О. С., Мельник О. Д., Назаренко С. К. Використання полімерних побутових відходів у якості нафтових сорбентів. Міжнародна науково-практична конференція *"Актуальні проблеми та інновації"*. Івано-Франківськ, 22-25 березня 2017 р. С. 140-141.

30. Малишевська О. С., Мізюк М. І., Мищенко І. А. Вплив полігонів твердих побутових відходів на фізіологічні зміни у людському організмі. Науково-практична конференція *"Вплив довкілля Прикарпаття на перебіг фізіологічних процесів"*. Івано-Франківськ, 6 квітня 2017 р. С. 48.

31. Malyshevska O. S. Mizyuk I. M., Garkavy S. I., Melnyk O. D., Myshchenko I. A. Polymer Waste Management - Environmental Safety Strategy. International scientific conference *"CONFSEC 2017"*, 11-14.12.2017. Borovets, Bulgaria. p. 63-67.

32. Малишевська О.С., Гаркавий С.І., Мельник О.Д., Мізюк М.І., Мищенко І.А. Збільшення тріщиностійкості будівельних матеріалів полімерними відходами. V Міжнародна науково-практична конференція *«Новітні технології у будівництві»*. Тернопіль, 19-22 вересня 2017 р. С. 206-210.

33. Малишевська О.С. Вплив на санітарно-гігієнічну обстановку захоронення побутових відходів. Науково-практична конференція молодих вчених *"Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України"*, Вип. 17. Київ, 19-20.10.2017. С. 8-9.

34. Malyshevska O., Garkavij S., Melnyk O., Mizyuk M., Myshchenko I. Polymer waste management – environmental safety strategy. International scientific conference *"Confsec 2017"*. Bulgaria, 11-14 December 2017. P. 62-64.

35. Малишевська О.С., Йонда М.Є., Погорілий М.П., Токар І.Т. Оцінка впливу процесу захоронення побутових відходів на довкілля. Міжнародна науково-практична конференція. *Сучасні проблеми світової медицини та її роль у*

забезпеченні здоров'я світового співтовариства. Одеса, 16-17 лютого 2018 р. С. 70-75.

36. Погорілий М.П., Малишевська О.С., Мищенко І.А., Гречух Л.С., Єремчук Я.О. Побутові полімерні відходи як чинник, що провокує поширення гепатиту А у довкіллі. Міжнародна науково-практична конференція *"Рівень ефективності та необхідність впливу медичної науки на розвиток медичної практики"*. Київ, 2-3 березня 2018 р. С. 98-100.

37. Малишевська О.С., Ропяк Л.Я. Охорона прав на винаходи та корисні моделі з переробки полімерних відходів в Україні. VII Всеукраїнська науково-практична конференція *"Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки"*. Київ, 7-8 червня 2018 р. С. 57-59.

38. Малишевська О.С., Погорілий М.П., Гречух Л. С. Обґрунтування еколого-гігієнічної безпеки технології механічної переробки полімерних побутових відходів. Науково-практична конференція (XIV Марзєєвські читання) *"Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України"*, Вип. 18, Київ, 11-12.10. 2018 р. С. 310-312.

39. Малишевська О. С. Еколого-гігієнічна характеристика основних методів переробки полімерних побутових відходів. Международная научно-практическая конференція *"Современная научная идея"*. Минск, 25-26 сентября 2018 г. С. 26.

40. O. Malyshevskaya, M. Miziuk, I. Myshchenko, A. Kolganov, M. Pogorily, I. Tokar. Features of epidemic process of hepatitis a in the western region of Ukraine and its connection with accumulation of domestic plastic waste in the environment. Scientific and practical conference *"Poltava days of public health"*. 25.05.2018. Poltava. Ukraina. Vol. 3, P. 1.

41. Olha Malyshevskaya., Andrii Velychkovych. Study on strength of a two-layer column, constructed with polymer-filled concrete. III international scientific-technical conference *«Actual problems of renewable power engineering, construction and environmental engineering»*. 7-9 February 2019, Kielce. Poland. С. 46-47.

42. Малишевська О. С., Погорілий М. П., Мищенко І. А., Гречух Л. С., Йонда М. Є. Вплив стихійних звалищ на розповсюдження токсокарозу в рекреаційних зонах на прикладі м. Івано-Франківська. Міжнародна науково-практична конференція *«Довкілля і здоров'я»*. 25-26 квітня 2019 р. С. 73-74.

43. Malyshevskaya O. Hygienic assessment of the impact of filler with recycled plastic waste in concrete mixtures. Научно-практический симпозиум «*Инновационная наука, образование, производство и транспорт*». 21-22.10. 2019 г., Минск, Беларусь. С. 12-14.

44. Malyshevskaya O. Hygiene analysis of the work conditions of the process of processing polymeric waste. *Екологічні та гігієнічні проблеми сфери життєдіяльності людини* : Міжнародна наук.-практ. конф. Київ, 11 березня 2020 р. С. 86-87.

45. Малишевська О.С., Мізюк М.І. Новітня технологія механічної переробки полімерних побутових відходів із включенням стадії механоактивації. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 54-59.

46. Мізюк М.І., Малишевська О.С. Вплив полігонів ТПВ на здоров'я населення. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 21-24.

47. Малишевська О.С. Продукти деструкції полімерів і полімерних відходів та їх зв'язок із захворюваністю і впливом на нащадків. *Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології* : Національний форум. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 34-37.

– в інших наукових виданнях:

48. Малишевська О. С. Основи концепції поводження з ТПВ та можливі шляхи її реалізації в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 1. С. 10-14.

49. Малишевська О. С., Лялюк-Вітер Г.Д. Аналіз виникнення та наслідки надзвичайних ситуацій техногенного характеру в Івано-Франківській області. *Вісник науковця*. Миколаїв. 2010. № 2. С. 3-18. (*постановка задачі, проведено дослідження їх аналіз та підготовлено матеріал до друку.*)

50. Малишевська О. С., Осипчук М. М. Стохастична модель розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті. *Наукові вісті Інституту менеджменту і економіки „Галицька академія”*. Івано-Франківськ, 2010. № 2(18). С. 141-147. (*постановка задачі, дослідження та їх аналіз.*)

51. Малишевська О. С. Побутові відходи – джерело альтернативного енергопостачання. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. – 2011. - №2. С. 142-145.

52. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Перспективи використання полімерних відходів як наповнювачів у бетонні суміші. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2014. №24.2. С.156-163. (постановка задачі, дослідження та їх аналіз.)

53. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Механічний рециклінг відходів поліетилентерефталатових пляшок. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2014. Вип.24.9. С. 149-155. (постановка задачі, проведено дослідження їх аналіз)

54. Малишевська О. С., Чудик І. І., Мельник О.Д., Кирчей О. І. Перспективи застосування полімерних відходів для приготування полегшених тампонажних розчинів. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2017. Вип. 27(3). С. 161-165. (постановка задачі, проведено дослідження їх аналіз, підготовка матеріалу до друку.)

55. Малишевська О. С., Гаркавий С. І., Мельник О. Д. Нанесення рослинних ПАР на поверхню полімерних адсорбентів для покращення вилучення нафтопродуктів із води. *Вода: гігієна та екологія*. Миколаїв, 2017. Вип. 1-2 (6). С. 44-50.(постановка задачі, проведено дослідження, їх аналіз.)

56. Myshchenko I., Soloviov O., Malyshevskaya O., Mizyuk M. Sensorineural Hearing Loss in the Structure of Occupational Morbidity in Ukraine: the Problem of Disease Detection. *Galician medical journal*. 2018. Vol. 25, Issue 2. P. 34-39. (узагальнила результати, висновки.)

57. Малишевська О.С. Автономна та незалежно функціонуюча схема гнучкої виробничої системи переробки полімерних побутових відходів. *Молодий вчений*. 2019, 11(75). С.237-242.

58. Малишевська О.С. Комплексна гігієнічна оцінка умов праці під час переробки відходів полімерів. *Молодий вчений*. 2020, 7(83). С. 13-18.

– **монографії:**

59. Г.А.Гилев, Ч.Т.Іванків, О.Л.Калашникова, Ю.П.Олексин, О.С.Малишевська, Г.А.Федотова та ін.; Наука, освіта, виробництво і транспорт: освіта, психологія, соціологія, філософія, філологія, біологія. Книга 2. Ч. 3. Серія «Інноваційна наука, освіта, виробництво і транспорт»; №2 : монографія. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. 160 с.

60. Y. Bandazheuski, N. Dubovaya, V. Yekhalov, N. Khobotova, I. Liskevych, M. Pityk, Z. Sadova-Chuba, V. Reshetylo, R. Sabadosh, O. Malyshevskaya, V.r Stus, K.

Barannik, Y. Feshchenko, L. Kuryk, G. Khrystian, N. Popova, I. Torianyuk, D. Masiuk, A. Kokarev, T. Vasylenko, S. Derevianko, A. Golovko, O. Molodchenkova, O. Ryshchakova, P. Kudryavtsev, N.Kudryavtsev. New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph. 4th ed. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2019. – 260 p. ISBN: 978-9934-571-78-7 DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7>.

61. Alekseeva N., Babchinska O., Bondarchuk M., Brazhko O., Cherep A., Cherep O., Kurman T., Labenska I., Liapunova O., Malyshevska O., Mamonov K., Marutiak H., Nalyvaiko L., Protska V., Rysin V., Sclyar., Troyan V., Varych O., Welchinska O., Zaremba O. Scientific research of the XXI century. Volume 2 : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks. California : GS publishing service, 2021. 312 p. ISBN: 978-1-7364133-1-9. DOI: <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13302-2021-002>

– *патенти*

62. Спосіб прогнозування тривимірного розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті: пат. 96751 Україна. МПК G01V 9/00, G01B 33/00. №u201410538; заявл. 26.09.2014; опубл. 10.02.2015. Бюл. № 3. 4 с. *(проведено патентний пошук, знайдено аналог та прототип, написана формула винаходу.)*

63. Спосіб прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку: пат. 67391А Україна. МПК G01V 9/00, G01B 33/00. №u2003098399; заявл. 11.09.2003; опубл.15.06.2004. Бюл. № 6. 6 с. *(проведено патентний пошук, аналог та прототип, формула винаходу.)*

64. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ): пат. 94992 Україна. МПК B29B 17/00. №u201406232; заявл. 05.06.2014; опубл. 10.12.2014. Бюл. №23. 6 с. *(патентний пошук, прототип, формула винаходу.)*

65. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ): пат. 110282 Україна. МПК B29B 17/00, B03B 9/06. №a201406234; заявл. 05.06.2014; опубл. 10.12.2015. Бюл. № 23. 6 с. *(патентний пошук, формула винаходу.)*

66. Пристрій для подрібнення пляшок із пластика: пат. 130090 на винахід Україна. МПК B29B 17/00. № a20180548; заявл.15.05.2018; опубл. 27.07.2020. Бюл. № 14. 6 с.

–інформаційні листи та авторські свідоцтва

67. Мізюк М.І., Малишевська О.С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. Лист. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, 2019. – 4 с.

68. Малишевська О. С., Луцький І. М. Комп'ютерна програма “Програма моделювання висхідної міграції хімічних речовин по каналах гідродинамічного зв'язку” (Скорочена назва – DIFFUSIVE MIGRATION). А.С. №44855 від 23.07.2012, Київ: Укрпатент, 2012. – 8 с.

69. Малишевська О. С., Луцький І. М. Комп'ютерна програма “Моделювання тривимірного площинного розповсюдження забруднюючих речовин у підземному водоносному горизонті” (скорочена назва - THREE-DIMENSIONAL DISTRIBUTION). А.С. №44806 від 23.07.2012, Київ: Укрпатент, 2012. – 12 с.

- навчальні посібники та збірники тестових завдань

70. О. П. Яворовський, Ю.О. Паустовський, Мізюк М. І., Малишевська О. С. та ін. Тестові завдання і ситуаційні задачі з охорони праці в медичній галузі : навч. посіб. Київ : Медицина, 2019. 224 с. ISBN: 978-617-505-743-8.

71. Мізюк М. І., Погорілий М.П., Малишевська О. С. та ін. Використання лабораторного обладнання навчально-практичного центру для гігієнічних досліджень : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 64 с. ISBN 978-966-286-166-2.

72. Мізюк М. І., Савчук Р. М., Малишевська О.С. та ін. Методики санітарної експертизи харчових продуктів та гігієнічної оцінки харчування населення : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. 92 с. ISBN 978-966-286-165-5.

73. Мізюк М. І., Погорілий М. П., Малишевська О.С., Погоріла Л. Й. Гігієна праці особового складу Збройних Сил України під час обслуговування об'єктів озброєння, військової техніки та радіолокаційних станцій : навч. пос. Івано- Франківськ : Симфонія форте, 2019. 176 с. ISBN 978-966-286-168-6.

74. Малишевська О.С., Мізюк М. І., Мищенко І. А., Погорілий М. П. та ін. Збірник тестових завдань і задач з дисципліни «Охорона праці в медичній галузі» : навч. пос. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2019. ISBN 978-966-286-167-9.

ДОДАТОК Б

ДИНАМІКА ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ САПРОТРОФНИХ ГРУНТОВИХ
БАКТЕРІЙ НА ВОДНІ ВИТЯЖКИ ЗІ ЗРАЗКІВ КІНЦЕВИХ ПРОДУКТІВ ТА
ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ ВТОРИННОЇ ПОЛІМЕРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Таблиця Б.1.

Динаміка зміни чисельності сапротрофних ґрунтових бактерій (КУО/г ґрунту) під впливом водних витяжок із відходів традиційної механічної переробки полімерної вторинної сировини

Терміни інкубації зразка, дні	тис. КУО/г	Кількість у % до контролю	Ефект дії, %	Токсичність	Клас безпеки
Контроль					
1-ий	765	100,00	0,00	-	-
3-ій	945	100,00	0,00	-	
7-ий	1170	100,00	0,00	-	
Контроль і шлам 2:1					
1-ий	790	103,68	-3,68	відсутня	4
3-ій	1010	106,88	-6,88	відсутня	
7-ий	1185	101,28	-1,28	відсутня	
Контроль і шлам 1:1					
1-ий	775	101,31	-1,31	відсутня	4
3-ій	940	99,47	0,52	незначне зниження	
7-ий	1190	101,71	-1,71	відсутня	
Контроль і шлам 1:2					
1-ий	730	96,73	3,27	незначне зниження	4
3-ій	975	103,17	-3,17	відсутня	
7-ий	1135	97,01	2,99	незначне зниження	
Шлам					
1-ий	670	87,58	12,42	незначне зниження	4
3-ій	810	85,71	14,29	незначне зниження	
7-ий	1040	88,89	11,11	незначне зниження	

Динаміка зміни чисельності сапротрофних ґрунтових бактерій (КУО/г ґрунту) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини зі стадією механічної активації

Терміни інкубації зразка, дні	тис. КУО/г	Кількість у % до контролю	Ефект дії, %	Токсичність	Клас безпеки
Контроль					
1-ий	765	100,00	0,00	-	-
3-ій	945	100,00	0,00	-	
7-ий	1170	100,00	0,00	-	
Контроль і шлам 2:1					
1-ий	830	108,50	-8,50	відсутня	4
3-ій	1040	110,05	-10,05	відсутня	
7-ий	1240	105,98	-5,98	відсутня	
Контроль і шлам 1:1					
1-ий	805	105,23	-5,23	відсутня	4
3-ій	1010	106,88	-6,88	відсутня	
7-ий	1205	102,99	-2,99	відсутня	
Контроль і шлам 1:2					
1-ий	795	102,92	-3,92	відсутня	4
3-ій	960	101,59	-1,59	відсутня	
7-ий	1150	103,42	1,71	відсутня	
Шлам					
1-ий	675	88,24	11,76	незначне зниження	4
3-ій	830	87,83	12,17	незначне зниження	
7-ий	1075	91,88	8,11	незначне зниження	

Динаміка зміни чисельності сапротрофних ґрунтових бактерій (КУО/г ґрунту) під впливом водних витяжок із зразків продуктів вторинної полімерної сировини переробленої механічною переробкою

Терміни інкубації зразка, дні	Середнє за 3 повтори (тис. КУО/г)	Кількість у % до контролю	Ефект дії, %	Токсична дія на мікроорганізми	Клас небезпеки
Контроль					
1-ий	765	100,00	0,00	-	-
3-ий	945	100,00	0,00	-	
7-ий	1170	100,00	0,00	-	
Продукт переробки ПЕТФ					
1-ий	755	101,47	-1,47	відсутня	4
3-ий	855	98,69	1,31	незначне зниження	
7-ий	1030	88,04	11,96	незначне зниження	
Продукт переробки ПП					
1-ий	785	102,61	-2,61	відсутня	4
3-ий	855	90,48	9,52	незначне зниження	
7-ий	1120	101,32	-1,32	відсутня	
Продукт переробки ПЕ					
1-ий	855	111,76	-11,76	відсутня	4
3-ий	720	76,19	23,81	незначне зниження	
7-ий	1120	96,15	3,85	незначне зниження	
Продукт переробки ПВХ					
1-ий	820	107,20	-7,20	відсутня	4
3-ий	845	89,42	11,38	незначне зниження	
7-ий	1130	96,58	3,42	незначне зниження	
Продукт переробки ПС					
1-ий	785	102,61	-2,61	відсутня	4
3-ий	920	97,35	2,65	незначне зниження	
7-ий	1135	97,01	2,99	незначне зниження	
Продукт переробки сумішей полімерів (ПЕТФ - 10 %, ПП-18 %; ПЕ – 42 %; ПВХ-19%; ПС - 10%)					
1-ий	675	78,95	21,05	незначне зниження	4
3-ий	730	95,08	5,83	незначне зниження	
7-ий	1160	99,14	0,85	незначне зниження	

Динаміка зміни чисельності сапротрофних ґрунтових бактерій (КУО/г ґрунту) під впливом водних витяжок із продуктів вторинної полімерної сировини, котру перероблено механічною переробкою зі стадією механічною активації

Терміни інкубації зразка, дні	Середнє за 3 повтори (тис. КУО/г)	Кількість у % до контролю	Ефект дії, %	Токсична дія на мікроорганізми	Клас небезпеки
Контроль					
1-ий	765	100,00	0,00	-	-
3-ій	945	100,00	0,00	-	
7-ий	1170	100,00	0,00	-	
Продукт переробки ПЕТФ					
1-ий	855	111,76	-11,76	відсутня	4
3-ій	965	102,12	-2,12	відсутня	
7-ий	1080	98,03	1,97	незначне зниження	
Продукт переробки ПП					
1-ий	810	103,19	-3,19	відсутня	4
3-ій	965	101,59	-1,59	відсутня	
7-ий	1120	101,32	-1,32	відсутня	
Продукт переробки ПЕ					
1-ий	810	105,88	-5,88	відсутня	4
3-ій	1030	109,52	-9,52	відсутня	
7-ий	1220	104,27	-4,73	відсутня	
Продукт переробки ПВХ					
1-ий	900	117,65	-17,65	відсутня	4
3-ій	810	85,71	14,29	незначне зниження	
7-ий	1110	96,31	3,69	незначне зниження	
Продукт переробки ПС					
1-ий	765	100,00	0,00	відсутня	4
3-ій	945	100,00	0,00	відсутня	
7-ий	1080	92,31	7,69	незначне зниження	
Продукт переробки сумішей полімерів (ПЕТФ - 10 %, ПП-18 %; ПЕ – 42 %; ПВХ-19%; ПС - 10%)					
1-ий	675	96,73	3,23	незначне зниження	4
3-ій	945	100,00	0,00	відсутня	
7-ий	1260	116,67	-16,67	відсутня	

Зміна мікробіологічних показників (чисельності грибів КУО/г) під впливом водних витяжок із продуктів вторинної полімерної сировини, котру перероблено механічною переробкою зі стадією механічною активації

Терміни інкубації зразка, дні	Середнє за 3 повтори (тис. КУО/г)	Кількість у % до контролю	Ефект дії, %	Токсична дія на мікроорганізми	Клас небезпеки
Контроль					
1-ий	1840	100,00	0,00	-	-
3-ий	1950	100,00	0,00	-	
7-ий	2050	100,00	0,00	-	
Продукт переробки ПЕТФ					
1-ий	1860	101,47	-1,47	відсутня	4
3-ий	1920	98,16	1,84	незначне зниження	
7-ий	2010	98,03	1,97	незначне зниження	
Продукт переробки ПП					
1-ий	1890	103,19	-3,19	відсутня	4
3-ий	1940	99,31	0,69	незначне зниження	
7-ий	2080	101,32	-1,32	відсутня	
Продукт переробки ПЕ					
1-ий	1700	92,16	7,84	незначне зниження	4
3-ий	1970	100,92	-0,92	відсутня	
7-ий	2090	102,41	-2,41	відсутня	
Продукт переробки ПВХ					
1-ий	1800	98,28	1,72	незначне зниження	4
3-ий	1890	96,77	3,23	незначне зниження	
7-ий	2010	98,03	1,97	незначне зниження	
Продукт переробки ПС					
1-ий	1810	98,77	1,23	незначне зниження	4
3-ий	1970	104,82	-1,15	відсутня	
7-ий	2150	101,15	-4,82	відсутня	
Продукт переробки сумішей полімерів (ПЕТФ - 10 %, ПП-18 %; ПЕ – 42 %; ПВХ-19%; ПС - 10%)					
1-ий	1830	98,31	1,69	незначне зниження	4
3-ий	1930	95,08	4,69	незначне зниження	
7-ий	1910	95,31	4,92	незначне зниження	

ДОДАТОК В

ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ ВПЛИВУ ПРОДУКТІВ І ВІДХОДІВ МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ, ЗІ/БЕЗ СТАДІЄЮ МЕХАНІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ, ВТОРИННОЇ ПОЛІМЕРНОЇ СИРОВИНИ ВИЛУЧЕНОЇ ІЗ ТПВ НА ГІДРОБІОНТИ

Таблиця В.1.

Величина летальності серед *Daphnia magna Straus* (%) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини

Масова концентрація шламу в розчині, мг/дм ³	Тривалість тестування, год							
	24		48		72		96	
	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %
0 (контроль)	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
1000	8,00±0,82	20	7,33±0,47	26,67	6,33±0,47	36,77	5,67±0,94	43,33
100	9,00±0,82	10	8,33±0,47	16,67	7,67±0,47	23,33	7,33±0,47	26,67
10	10,0±0,00	0	9,67±0,47	3,33	9,33±0,47	6,77	9,33±0,47	6,67
1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0

Таблиця В.2.

Величина летальності серед *Daphnia magna Straus* (%) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини зі стадією механічної активації

Масова концентрація шламу в розчині, мг/дм ³	Тривалість тестування, год							
	24		48		72		96	
	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %
0 (контроль)	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
1000	8,96±0,82	10,34	8,00±0,82	20	7,66±0,47	23,34	7,00±0,82	30
100	10,00±0,00	0	9,66±0,47	3,33	9,66±0,47	3,33	9,00±0,82	10
10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	9,66±0,47	3,33
1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0

Таблиця В.3.

Величина летальності серед *Daphnia magna Straus* (%) під впливом водних витяжок із зразків продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини

Назва зразка	Масова концентрація водної витяжки із відходів полімеру в розчині, г/дм ³	Тривалість тестування, год							
		24		48		72		96	
		Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблих тест-організмів, %
контроль	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПЕТФ	1000	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	100	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПП	1000	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	100	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПЕ	1000	0,66±0,47	99,34	0,66±0,47	99,34	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100,00
	100	9,00±0,82	10	8,33±0,47	16,67	7,00±0,82	30	5,33±0,47	46,67
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	9,66±0,47	3,33
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПВХ	1000	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100,00
	100	8,33±0,47	16,67	6,66±0,47	33,34	4,66±0,47	53,33	4,00±0,82	60,00
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	9,33±0,47	6,67
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПС	1000	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100,00
	100	10,00±0,00	0	9,33±0,47	6,67	7,66±0,47	23,33	5,33±0,82	46,67
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	9,66±0,47	3,33
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
суміш	1000	3,30±0,42	66,67	3,00±0,82	70,00	2,66±0,47	76,67	1,33±0,47	86,67
	100	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	6,66±0,47	33,33	5,00±0,82	50,00
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0

Таблиця В.4

Величина летальності серед *Daphnia magna Straus* (%) під впливом водних витяжок із продуктів вторинної полімерної сировини, котру перероблено механічною переробкою зі стадією механічною активації

Назва зразка	Масова концентрація водної витяжки із відходів полімеру в розчині, г/дм ³	Тривалість тестування, год							
		24		48		72		96	
		Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблених тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблених тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблених тест-організмів, %	Середньоарифметичне значення к-ті тест-організмів, які вижили, шт	Відсоток загиблених тест-організмів, %
контроль	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПЕТФ	1000	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	100	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПП	1000	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	100	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПЕ	1000	2,66±0,47	73,34	1,33±0,47	86,67	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100,00
	100	9,33±0,47	6,67	8,66±0,82	23,33	7,33±0,47	26,67	6,66±0,82	33,34
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПВХ	1000	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100,00
	100	8,33±0,47	16,67	7,33±0,82	26,67	5,66±0,47	63,33	5,33±0,82	46,67
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
ПС	1000	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100	0,00±0,00	100,00
	100	10,00±0,00	0	9,66±0,82	3,34	63,33±0,47	36,67	3,66±0,47	63,34
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
суміш	1000	3,30±0,42	66,67	3,00±0,82	70,00	3,00±0,82	70,00	2,33±0,47	76,67
	100	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	8,66±0,47	13,33	6,33±0,82	36,67
	10	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0
	1	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0	10,00±0,00	0

Таблиця В.5.

Динаміка приросту *Paramecium caudatum* (%) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини

Масова концентрація шламу в розчині, мг/дм ³	Середньоарифметична кількість живих інфузорій у 0,01 мл за:					Приріст за 48 годин, шт. / Кт, %
	15 хв	1 год	6 год	24 год	48 год	
0 (контроль)	1,00±0,00	3,66±0,47	4,33±0,47	17,93±1,63	69,67±2,49	69,67 / 100
1000	2,00±0,82	4,33±1,25	6,67±2,05	14,33±2,50	37,67±4,11	35,67 / 51,20
100	4,33±0,47	6,00±1,63	8,37±1,69	22,33±4,50	58,33±2,05	54,00 / 77,51
10	4,00±0,82	4,33±1,25	5,67±0,47	16,33±1,25	71,67±1,25	70,67 / 97,12
1	2,33±0,47	3,67±0,47	4,33±0,94	16,67±2,62	69,00±3,74	66,67 / 95,70
норма						50-100 %

Таблиця В.6.

Динаміка приросту *Paramecium caudatum* (%) під впливом водних витяжок із відходів механічної переробки полімерної вторинної сировини зі стадією механічної активації

Масова концентрація шламу в розчині, мг/дм ³	Середньоарифметична кількість живих інфузорій у 0,01 мл за:					Приріст за 48 годин, шт. / Кт, %
	15 хв	1 год	6 год	24 год	48 год	
0 (контроль)	1,00±0,00	3,67±0,47	4,33±0,47	17,93±1,63	69,67±2,49	69,67 / 100
1000	1,67±0,47	2,00±0,82	4,67±1,24	19,33±1,70	57,33±0,47	55,67 / 79,99
100	3,33±0,47	5,00±0,82	6,33±0,47	15,67±0,47	66,67±3,40	65,00 / 93,3
10	2,00±0,82	4,33±1,25	9,67±0,47	18,33±2,06	72,67±4,50	70,67 / 101,44
1	1,33±0,47	4,00±0,82	5,67±1,25	17,33±1,25	67,33±2,06	66 / 94,73
Норма Кт						50-100 %

Таблиця В.7.

Динаміка приросту *Paramecium caudatum* (%) під впливом водних витяжок із зразків продуктів механічної переробки вторинної полімерної сировини

Назва зразка	Масова концентрація водної витяжки із відходів полімеру в розчині, г/дм ³	Середньоарифметична кількість живих інфузорій у 0,01 мл за:					Приріст за 48 годин, шт. / Кт, %
		15 хв	1 год	6 год	24 год	48 год	
ПЕТФ	0 (контроль)	1,00±0,00	3,33±0,47	5,00±0,82	35,33±2,05	43,67±2,49	42,67 / 100
	водна витяжка	2,33±0,47	5,33±1,70	6,33±1,25	28,33±2,05	34,34±2,05	32,00 / 76,00
	1000	2,00±0,82	4,57±1,25	6,67±2,05	31,67±3,30	45,00±4,32	43,00 / 100,77
	100	1,33±0,47	2,67±0,47	4,00±0,82	30,33±2,49	38,00±3,74	36,67 / 85,94
ПП	водна витяжка	2,00±0,82	4,33±1,25	7,67±1,25	24,33±0,82	53,00±4,11	51,00 / 119,52
	1000	1,33±0,47	5,00±1,63	11,37±1,69	35,33±4,50	48,34±1,25	47,00 / 110,15
	100	2,33±0,47	4,67±0,82	9,33±0,82	36,67±2,62	69,00±3,74	54,67 / 128,12
ПЕ	водна витяжка	1,67±0,47	4,33±1,25	9,67±2,05	18,33±2,49	36,00±3,74	34,33 / 80,45
	1000	1,33±0,47	4,67±0,47	10,37±1,69	23,33±4,49	42,34±2,94	41,00 / 96,09
	100	1,33±0,47	3,67±0,47	7,33±0,94	26,67±2,62	44,67±3,30	43,34 / 101,57
ПВХ	водна витяжка	3,00±0,82	4,00±2,16	12,67±1,25	34,33±4,49	49,67±5,31	46,34 / 108,60
	1000	1,33±0,47	3,00±0,82	14,37±1,69	28,33±3,74	42,67±6,34	41,34 / 96,88
	100	1,67±0,47	3,67±0,47	8,33±0,94	31,67±3,30	39,33±3,09	37,67 / 88,25
ПС	водна витяжка	2,00±0,82	4,33±1,25	6,67±2,05	24,33±3,50	37,67±4,11	35,67 / 83,60
	1000	1,33±0,47	3,00±0,82	6,33±1,69	19,67±2,49	32,67±3,31	31,34 / 73,45
	100	1,00±0,00	3,67±0,47	4,33±1,25	21,33±4,49	35,67±3,74	34,67 / 81,25
суміш	водна витяжка	2,00±0,47	4,67±1,37	10,67±2,62	35,33±2,05	38,67±4,11	36,67 / 85,94
	1000	1,67±0,82	4,00±1,63	9,37±1,69	32,33±3,30	43,33±3,49	41,67 / 97,65
	100	2,33±0,47	7,67±0,82	11,33±3,09	37,67±4,49	40,67±4,50	38,34 / 89,85
Норма Кт							50-100 %

Динаміка приросту *Paramecium caudatum* (%) під впливом водних витяжок із продуктів вторинної полімерної сировини, котру перероблено механічною переробкою зі стадією механічною активації

Назва зразка	Масова концентрація водної витяжки із відходів полімеру в розчині, г/дм ³	Середньоарифметична кількість живих інфузорій у 0,01 мл за:					Приріст за 48 годин, шт. / Кт, %
		15 хв	1 год	6 год	24 год	48 год	
ПЕТФ	0 (контроль)	1,00±0,00	3,33±0,47	5,00±0,82	35,33±2,05	43,67±2,49	42,67 / 100
	водна витяжка	1,67±0,47	3,33±1,70	7,00±1,25	23,67±2,62	37,34±2,05	35,67 / 83,60
	1000	1,67±0,82	4,33±1,25	5,67±0,82	24,67±4,11	41,34±4,32	39,34 / 92,20
	100	1,33±0,47	3,67±0,47	5,33±0,82	29,33±6,34	38,67±3,74	37,34 / 87,51
ПП	водна витяжка	1,67±0,82	3,33±0,47	5,67±0,82	26,33±1,67	41,34±4,11	39,67 / 92,97
	1000	1,33±0,47	4,00±1,63	6,37±0,47	21,33±2,50	47,00±1,25	45,67 / 106,96
	100	2,00±0,82	4,33±0,82	5,33±1,25	30,67±2,05	43,67±3,74	41,67 / 97,66
ПЕ	водна витяжка	1,67±0,82	4,33±1,25	7,67±1,63	16,33±6,32	54,00±3,74	52,33 / 122,66
	1000	1,33±0,82	3,67±0,47	7,37±0,82	21,33±4,50	41,00±2,94	39,67 / 92,97
	100	1,33±0,47	3,33±0,47	6,33±1,25	18,67±3,31	40,00±3,30	38,67 / 90,63
ПВХ	водна витяжка	2,00±0,47	4,00±0,82	14,33±3,30	31,33±4,49	46,67±5,31	44,67 / 104,69
	1000	1,33±0,47	3,67±0,47	10,67±3,05	29,67±2,64	51,00±6,34	49,67 / 116,40
	100	1,33±0,47	3,33±0,47	11,33±2,62	23,67±4,05	41,67±3,09	40,34 / 94,51
ПС	водна витяжка	1,67±0,47	4,33±0,82	8,67±2,05	34,33±3,50	39,00±4,11	37,33 / 87,48
	1000	1,33±0,47	3,67±0,47	7,00±1,25	32,67±2,49	39,67±3,31	38,34 / 89,63
	100	1,67±0,82	3,33±0,82	6,67±1,69	30,33±4,49	36,33±3,74	34,67 / 81,25
суміш	водна витяжка	1,67±0,47	2,67±0,47	9,33±2,05	38,33±2,05	42,00±4,11	40,33 / 94,54
	1000	1,33±0,47	3,00±0,82	12,67±4,49	43,33±3,30	45,00±3,49	43,67 / 102,00
	100	1,67±0,82	4,67±1,25	11,33±2,62	41,67±4,49	42,34±4,50	40,67 / 96,00
Норма Кт							50-100 %

ДОДАТОК Г

ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ ТА ПРОДУКТІВ МЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ОРІЄНТОВНИМ ВОДНО-МІГРАЦІЙНОМУ ПОКАЗНИКОМ

Таблиця Г.1

Розрахунок ОВМП_в та ОВМП_б і встановлення класу небезпеки відходів, і продуктів механічної переробки полімерної вторинної сировини без (А) / зі стадією механічної активації (Б)

Назва зразка	Вміст, мг/дм ³ у водній витяжці/буферному розчині ацетату амонію							ОВМП _в / ОВМП _б
	Pb	Cu	Ni	Cd	Zn	Cr	As	
Шлам (А)	0,003±0,0006/ 0,008±0,007	0,003±0,0007/ 0,004±0,0005	0,002±0,0006/ 0,007±0,0004	0,002±0,0004/ 0,005±0,0003	0,001±0,0003/ 0,01±0,0008	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	0,002±0,0006/ 0,004±0,0004	2,952/ 6,433
Шлам (Б)	0,003±0,0003/ 0,005±0,004	0,003±0,0002/ 0,001±0,0003	0,001±0,0003/ 0,008±0,0004	0,003±0,0006/ 0,004±0,0007	0,001±0,0006/ 0,003±0,0004	0,003±0,0006/ 0,006±0,0003	0,002±0,0006/ 0,001±0,0007	1,365/ 4,415
ПЕТФ (А)	0,002±0,0003/ 0,01±0,004	0,001±0,0002/ 0,001±0,0003	0,002±0,0003/ 0,007±0,0006	0,002±0,0004/ 0,007±0,0005	0,002±0,0003/ 0,004±0,0003	0,002±0,0003/ 0,01±0,0007	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	1,403/ 8,705
ПЕ (А)	0,002±0,0004/ 0,008±0,0004	0,003±0,0005/ 0,006±0,0007	0,002±0,0005/ 0,001±0,0002	0,003±0,0008/ 0,005±0,0007	0,001±0,0004/ 0,001±0,0003	0,001±0,0006/ 0,01±0,0007	0,002±0,0006/ 0,01±0,0007	3,404/ 5,907
ПП (А)	0,002±0,0006/ 0,01±0,003	0,003±0,0002/ 0,009±0,0006	0,001±0,0005/ 0,004±0,0006	0,002±0,0004/ 0,007±0,0008	0,002±0,0003/ 0,007±0,0006	0,001±0,0007/ 0,008±0,0007	0,002±0,0004/ 0,002±0,0005	2,305/ 3,416
ПВХ (А)	0,001±0,0004/ 0,005±0,0004	0,003±0,0005/ 0,004±0,0006	0,002±0,0005/ 0,003±0,0004	0,001±0,0004/ 0,006±0,0008	0,001±0,0003/ 0,004±0,0008	0,002±0,0006/ 0,008±0,0007	0,003±0,0006/ 0,004±0,0007	1,304/ 6,808
ПС (А)	0,002±0,0004/ 0,008±0,0006	0,003±0,0005/ 0,006±0,0007	0,002±0,0005/ 0,001±0,0004	0,003±0,0008/ 0,005±0,0007	0,001±0,0006/ 0,001±0,0004	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	0,003±0,0006/ 0,01±0,0006	3,404/ 5,907
суміш (А)	0,001±0,0006/ 0,009±0,0014	0,002±0,0005/ 0,002±0,0004	0,001±0,0005/ 0,001±0,0007	0,003±0,0008/ 0,004±0,0006	0,001±0,0003/ 0,009±0,0013	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	3,203/ 5,014
ПЕТФ (Б)	0,002±0,0003/ 0,007±0,004	0,001±0,0002/ 0,001±0,0003	0,002±0,0003/ 0,005±0,0006	0,001±0,0004/ 0,004±0,0005	0,002±0,0003/ 0,003±0,0003	0,002±0,0007/ 0,005±0,0004	0,002±0,0002/ 0,004±0,0006	1,382/ 6,534
ПЕ (Б)	0,002±0,0004/ 0,005±0,0006	0,003±0,0005/ 0,004±0,0007	0,002±0,0005/ 0,003±0,0004	0,003±0,0008/ 0,005±0,0007	0,001±0,0006/ 0,004±0,0004	0,001±0,0006/ 0,004±0,0007	0,003±0,0006/ 0,008±0,0007	2,807/ 5,204
ПП (Б)	0,002±0,0006/ 0,002±0,003	0,001±0,0002/ 0,009±0,0006	0,001±0,0005/ 0,008±0,0006	0,001±0,0004/ 0,001±0,0008	0,003±0,0003/ 0,003±0,0006	0,002±0,0008/ 0,005±0,0003	0,002±0,0006/ 0,002±0,0004	1,544/ 2,312
ПВХ (Б)	0,001±0,0004/ 0,005±0,0004	0,003±0,0005/ 0,004±0,0006	0,002±0,0005/ 0,003±0,0004	0,001±0,0004/ 0,006±0,0008	0,001±0,0003/ 0,004±0,0008	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	1,304/ 6,808
ПС (Б)	0,003±0,0006/ 0,001±0,0004	0,001±0,0006/ 0,001±0,0008	0,001±0,0003/ 0,005±0,0007	0,002±0,0008/ 0,003±0,0004	0,001±0,0002/ 0,001±0,0006	0,003±0,0007/ 0,004±0,0003	0,002±0,0008/ 0,001±0,0007	2,562/ 3,782
суміш (Б)	0,003±0,0006/ 0,005±0,008	0,003±0,0007/ 0,001±0,0005	0,001±0,0005/ 0,008±0,0007	0,003±0,0008/ 0,004±0,0006	0,001±0,0003/ 0,01±0,0013	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	0,001±0,0006/ 0,004±0,0007	2,114/ 4,711
ГДК рухомих форм у воді	0,01	1,0	0,01	0,001	1,0	0,05	0,01	

Таблиця Г.2

Розрахунок ОБМПв та ОБМПб і встановлення класу небезпеки відходів, і продуктів механічної переробки полімерної вторинної сировини без (А) / зі стадією механічної активації (Б) під час додавання до ґрунту в співвідношенні 1:10

Назва зразка	Вміст, мг/дм ³ у водній витяжці / буферному розчині ацетату амонію							ОБМПв/ ОБМПб
	Pb	Cd	As	Zn	Cu	Ni	Cr	
Шлам А без	0,003±0,0006/ 0,002±0,0004	0,002±0,0004/ 0,004±0,0003	0,003±0,0006/ 0,003±0,0004	0,001±0,0003/ 0,003±0,0008	0,001±0,0007/ 0,009±0,0005	0,002±0,0006/ 0,007±0,0004	0,001±0,0006/ 0,006±0,0007	2,822/ 5,332
	0,003±0,0003/ 0,003±0,0004	0,002±0,0006/ 0,003±0,0007	0,002±0,0006/ 0,001±0,0007	0,001±0,0006/ 0,002±0,0004	0,003±0,0002/ 0,007±0,0003	0,001±0,0003/ 0,006±0,0004	0,003±0,0006/ 0,009±0,0003	2,764/ 4,189
ПЕТФ (А)	0,001±0,0003/ 0,008±0,0004	0,002±0,0004/ 0,002±0,0005	0,001±0,0006/ 0,001±0,0007	0,002±0,0003/ 0,009±0,0003	0,002±0,0002/ 0,002±0,0003	0,002±0,0003/ 0,006±0,0006	0,002±0,0003/ 0,006±0,0007	2,354/ 3,571
	0,001±0,0004/ 0,009±0,0004	0,003±0,0008/ 0,002±0,0007	0,003±0,0006/ 0,009±0,0007	0,001±0,0004/ 0,002±0,0003	0,002±0,0005/ 0,003±0,0007	0,001±0,0005/ 0,007±0,0002	0,001±0,0006/ 0,008±0,0007	3,522/ 4,665
ПП (А)	0,001±0,0006/ 0,01±0,003	0,001±0,0004/ 0,004±0,0008	0,003±0,0004/ 0,005±0,0005	0,001±0,0003/ 0,001±0,0006	0,003±0,0002/ 0,006±0,0006	0,002±0,0005/ 0,001±0,0006	0,003±0,0007/ 0,009±0,0007	1,663/ 5,787
	0,002±0,0004/ 0,007±0,0004	0,002±0,0004/ 0,001±0,0008	0,001±0,0006/ 0,004±0,0007	0,001±0,0003/ 0,004±0,0008	0,002±0,0005/ 0,001±0,0006	0,001±0,0005/ 0,01±0,0004	0,001±0,0006/ 0,001±0,0007	2,423/ 3,125
ПС (А)	0,003±0,0004/ 0,007±0,0006	0,003±0,0008/ 0,003±0,0007	0,003±0,0006/ 0,002±0,0006	0,002±0,0006/ 0,008±0,0004	0,003±0,0005/ 0,006±0,0007	0,003±0,0005/ 0,004±0,0004	0,002±0,0006/ 0,005±0,0007	3,945/ 4,414
	0,001±0,0006/ 0,003±0,0014	0,002±0,0008/ 0,003±0,0006	0,003±0,0006/ 0,001±0,0007	0,003±0,0003/ 0,006±0,0013	0,001±0,0005/ 0,008±0,0004	0,003±0,0005/ 0,005±0,0007	0,001±0,0006/ 0,005±0,0007	2,724/ 4,014
ПЕТФ (Б)	0,001±0,0003/ 0,008±0,0004	0,002±0,0004/ 0,003±0,0005	0,003±0,0002/ 0,008±0,0006	0,002±0,0003/ 0,004±0,0003	0,001±0,0002/ 0,001±0,0003	0,002±0,0003/ 0,003±0,0006	0,001±0,0007/ 0,002±0,0004	2,623/ 4,952
	0,001±0,0004/ 0,008±0,0006	0,001±0,0008/ 0,003±0,0007	0,003±0,0006/ 0,005±0,0007	0,003±0,0006/ 0,003±0,0004	0,001±0,0005/ 0,004±0,0007	0,001±0,0005/ 0,001±0,0004	0,002±0,0006/ 0,007±0,0007	1,555/ 4,547
ПП (Б)	0,002±0,0006/ 0,01±0,003	0,001±0,0004/ 0,004±0,0008	0,002±0,0006/ 0,004±0,0004	0,001±0,0003/ 0,005±0,0006	0,002±0,0002/ 0,002±0,0006	0,002±0,0005/ 0,004±0,0006	0,002±0,0008/ 0,01±0,0003	1,643/ 6,007
	0,002±0,0004/ 0,007±0,0004	0,002±0,0004/ 0,004±0,0008	0,002±0,0006/ 0,01±0,0007	0,002±0,0003/ 0,009±0,0008	0,003±0,0005/ 0,004±0,0006	0,003±0,0005/ 0,003±0,0004	0,002±0,0006/ 0,002±0,0007	2,743/ 6,053
ПС (Б)	0,003±0,0006/ 0,006±0,0004	0,003±0,0008/ 0,002±0,0004	0,003±0,0008/ 0,007±0,0007	0,003±0,0002/ 0,009±0,0006	0,002±0,0006/ 0,008±0,0008	0,001±0,0003/ 0,009±0,0007	0,002±0,0007/ 0,003±0,0003	3,745/ 4,225
	0,002±0,0006/ 0,006±0,0008	0,003±0,0008/ 0,002±0,0006	0,001±0,0006/ 0,01±0,0007	0,002±0,0003/ 0,01±0,0013	0,002±0,0007/ 0,002±0,0005	0,003±0,0005/ 0,01±0,0007	0,001±0,0006/ 0,009±0,0007	3,624/ 4,792
ГДК рухомих форм у воді	0,01	0,001	0,01	1,0	1,0	0,01	0,05	

ДОДАТОК Д

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ЗРАЗКІВ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНИХ СУМІШЕЙ, НАПОВНЕНИХ
ПЕРЕРОБЛЕНИМИ ТА МЕХАНІЧНО АКТИВОВАНИМИ ПОЛІМЕРАМИ
ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ ТА ВИДУ ПОЛІМЕРІВ

Таблиця Д.1

Результати дослідження зміни міцності зразків цементно-піщаних композицій наповнених переробленими та механоактивованими ПЕТФ залежно кількості доданих полімерів

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб, Н/mm ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²
Контрольний	6,8	6,8	11,2	11,2	29,47	29,47	10,9	10,9
3 2% ПЕТФ	6,1	6,75	10,85	11,9	28,34	29,64	10,8	10,63
3 4% ПЕТФ	5,75	6,8	8,6	12,3	27,64	30,24	11,13	9,8
3 5% ПЕТФ	5,7	7,25	7,83	11,975	27,34	29,34	11,3	9,2
3 6% ПЕТФ	4,85	7,07	6,27	11,64	25,37	28,87	11,17	8,53
3 7% ПЕТФ	4,2	6,9	5,8	11,3	22,84	28,3	10,73	7,89
3 8% ПЕТФ	4,08	6,63	5,2	10,84	20,17	25,17	10,6	7,13
3 9% ПЕТФ	3,87	6,04	4,8	9,62	18,73	23,73	9,7	6,67
3 10% ПЕТФ	3,35	5,5	4,5	8,7	16,27	20,27	8,27	5,23
3 11% ПЕТФ	3,04	4,87	4,07	7,13	13,13	17,13	7,43	4,12
3 12% ПЕТФ	2,97	4,13	3,42	6,48	10,88	15,88	5,88	2,87
3 13% ПЕТФ	2,35	3,75	3,1	5,62	9,24	11,88	4,18	1,24
3 14% ПЕТФ	1,5	2,81	2,32	4,57	7,57	9,57	2,82	-
3 15% ПЕТФ		2,05	2,05	3,87	5,64	8,64	2,64	-
3 16% ПЕТФ		1,84	1,86	3,25	3,5	6,5	2,5	-
3 17% ПЕТФ		1,7	1,43	2,7	2,27	5,27	2,33	-
3 18% ПЕТФ	6,8	6,8	11,2	11,2	1,47	3,58	1,84	-

Результати дослідження зміни міцності зразків цементно-піщаних композицій наповнених переробленими та механоактивованими ПВХ залежно від кількості доданих полімерів

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб, Н/mm ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²
Контрольний	11,2	11,2	6,8	6,8	10,9	10,9	29,47	29,47
3 2% ПВХ	11,27	11,57	6,7	6,75	11,13	10,97	29,34	29,76
3 4% ПВХ	11,29	11,83	5,93	6,93	11,2	11,03	29,64	30,81
3 5% ПВХ	10,84	12,02	5,78	7,33	11,23	10,82	29,34	30,83
3 6% ПВХ	9,77	11,76	5,04	7,07	11,28	10,53	28,12	30,13
3 7% ПВХ	9,28	11,48	4,63	6,64	10,93	9,89	26,54	29,3
3 8% ПВХ	8,2	11,24	4,28	6,13	10,87	9,13	24,17	28,17
3 9% ПВХ	7,8	10,86	3,93	5,84	10,7	8,87	20,73	24,73
3 10% ПВХ	6,45	9,7	3,55	5,57	10,67	8,23	18,27	22,67
3 11% ПВХ	5,22	8,33	3,24	4,87	9,43	7,32	15,13	19,43
3 12% ПВХ	4,76	7,68	3,07	4,32	7,88	5,73	13,88	18,88
3 13% ПВХ	4,16	6,82	2,62	3,83	6,18	4,24	10,24	13,88
3 14% ПВХ	3,72	5,37	2,18	3,27	5,22	3,76	8,27	11,57
3 15% ПВХ	3,75	5,07	1,67	2,73	4,64	3,02	6,14	9,64
3 16% ПВХ	3,36	4,23	1,34	2,26	3,85	1,47	4,5	7,23
3 17% ПВХ	2,53	3,87		2,17	3,17		3,77	5,93
3 18% ПВХ	2,23	3,34		1,93	2,74		3,47	5,18
3 19% ПВХ	1,62	2,16		1,74	1,73		2,32	4,62

Результати дослідження зміни міцності зразків цементно-піщаних композицій наповнених переробленими та механоактивованими сумішшами ПЕ + ППІ залежно від кількості доданих полімерів

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб, Н/mm ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб, з механоактивацією Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²
Контрольний	11,2	11,2	8,4	8,4	29,2	29,2	6,7	6,7
3 0,25% ПЕ+ППІ	11,4	11,25	8,25	8,45	29,8	29,3	6,87	6,8
3 0,5% ПЕ+ППІ	10,8	11,4	8,2	8,7	29,5	27,6	6,9	7,03
3 0,75% ПЕ+ППІ	10,4	11,6	8,1	8,84	26,8	25,3	6,6	6,82
3 1% ПЕ+ППІ	10,2	11,48	7,6	9,2	23,6	20,55	6,5	6,73
3 1,25% ПЕ+ППІ	9,7	11,45	7,45	8,53	20,4	18,4	6,3	6,6
3 1,5% ПЕ+ППІ	9,43	11,35	7,32	8,3	18,3	16,6	5,4	6,43
3 1,75% ПЕ+ППІ	9,2	11,07	6,4	8,04	16,2	14,7	4,8	6,2
3 2% ПЕ+ППІ	8,8	10,86	6,2	7,8	15,4	12,4	4,2	5,7
3 2,25% ПЕ+ППІ	8,6	10,6	6,17	7,6	14,37	11,34	4	5,5
3 2,5% ПЕ+ППІ	8,37	10,3	6,04	7,32	11,8	9,83	3,7	5,2
3 2,75% ПЕ+ППІ	7,8	10,05	5,84	6,93	10,72	7,4	3,4	4,95
3 3% ПЕ+ППІ	7,65	9,4	5,7	6,67	10,24	5,9	3,2	4,7
3 3,25% ПЕ+ППІ	7,4	8,9	5,3	6,24	9,86	5,22	2,8	4,6
3 3,5% ПЕ+ППІ	6,7	8,3	4,8	5,83	9,4	4,7	2,6	4,125
3 3,75% ПЕ+ППІ	6,2	7,8	4,55	5,37	8,6	4,34	2,2	3,7
3 4% ПЕ+ППІ	5,4	7,4	4,3	5,22	7,8	3,75	1,8	3,2
3 4,25% ПЕ+ППІ	4,6	5,2	3,7	5,03	6,7	2,86	1,6	2,6
3 4,5% ПЕ+ППІ	4,2	4,8	3,4	4,73	5,43	2,57		2,4
3 4,75% ПЕ+ППІ	3,8	4,45	2,2	4,27	4,8	1,68		2,08
3 5% ПЕ+ППІ	2,4	4,15		3,4	4,18			1,97
3 5,25% ПЕ+ППІ	1,6	3,8		3,2	2,6			1,74

ДОДАТОК Е

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ
 ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗРАЗКІВ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНИХ СУМІШЕЙ,
 НАПОВНЕНИХ МЕХАНІЧНО ПЕРЕРОБЛЕНИМИ ТА АКТИВОВАНИМИ
 ПОЛІМЕРАМИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ, ВИДУ ПОЛІМЕРІВ ТА
 ТИПУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Таблиця Е.1

Результати дослідження корозійної втрата маси зразків, наповнених механічно переробленими та активованими ПЕТФ за 28 діб залежно від кількості полімерів та типу агресивного середовища

Назва зразка	у 10 % розчині H_2CO_3	у 10 % розчині $MgCl_2$	у 10 % розчині Na_2SO_4	у дистильованій воді	у дощовій воді
Контрольний	5,7	2,9	7,3	0,34	1,76
З 2% ПЕТФ	2,15	5,9	7,28	0,17	1,526
З 4% ПЕТФ	1,47	6,24	6,24	0,158	1,384
З 5% ПЕТФ	1,186	6,37	5,86	0,142	1,153
З 6% ПЕТФ	0,734	6,87	5,31	0,136	0,836
З 7% ПЕТФ	0,547	7,46	4,76	0,121	0,658
З 8% ПЕТФ	0,314	7,94	4,23	0,128	0,424
З 9% ПЕТФ	0,235	8,09	4,51	0,131	0,287
З 10% ПЕТФ	0,342	8,22	4,94	0,143	0,284
З 11% ПЕТФ	0,584	8,87	5,34	0,148	0,273
З 12% ПЕТФ	0,835	9,27	5,72	0,152	0,267
З 13% ПЕТФ	1,057	9,65	6,08	0,154	0,317
З 14% ПЕТФ	1,184	9,74	6,57	0,158	0,576
З 15% ПЕТФ	1,352	10,12	6,92	0,161	0,737
З 16% ПЕТФ	1,843	10,84	7,16	0,163	0,846
З 17% ПЕТФ	2,176	11,47	7,28	0,165	0,954
З 18% ПЕТФ	2,408	12,46	7,34	0,165	1,237

Результати дослідження корозійної втрата маси зразків, наповнених механічно переробленими та активованими ПВХ за 28 діб залежно від кількості полімерів та типу агресивного середовища

Назва зразка	у 10 % розчині H_2CO_3	у 10 % розчині $MgCl_2$	у 10 % розчині Na_2SO_4	у дистильованій воді	у дощовій воді
Контрольний	5,7	2,9	7,3	0,34	1,76
3 2% ПВХ	2,07	2,76	7,13	0,183	1,48
3 4% ПВХ	1,753	2,52	6,24	0,167	0,967
3 5% ПВХ	1,47	2,61	5,86	0,152	0,718
3 6% ПВХ	1,108	2,96	3,47	0,147	0,562
3 7% ПВХ	0,756	3,54	2,88	0,136	0,347
3 8% ПВХ	0,563	3,76	2,97	0,139	0,257
3 9% ПВХ	0,352	3,89	3,11	0,142	0,264
3 10% ПВХ	0,226	4,06	3,27	0,147	0,271
3 11% ПВХ	0,258	4,22	3,46	0,149	0,272
3 12% ПВХ	0,323	4,38	3,54	0,151	0,269
3 13% ПВХ	0,354	4,51	3,67	0,154	0,287
3 14% ПВХ	0,372	4,76	3,72	0,157	0,302
3 15% ПВХ	0,412	4,82	3,78	0,161	0,324
3 16% ПВХ	0,437	4,93	3,81	0,163	0,343
3 17% ПВХ	0,453	5,27	3,86	0,159	0,356
3 18% ПВХ	0,475	6,17	3,93	0,161	0,369
3 19% ПВХ	0,483	6,84	4,07	0,163	0,377

Результати дослідження корозійної втрата маси зразків, наповнених механічно переробленими та активованими сумішшю ПЕ + ПП за 28 діб залежно від кількості полімерів та типу агресивного середовища

Назва зразка	у 10 % розчині H ₂ CO ₃	у 10 % розчині MgCl ₂	у 10 % розчині Na ₂ SO ₄	у дистильован ій воді	у дощовій воді
Контрольний	5,7	2,9	7,3	0,34	1,76
З 0,25% ПЕ+ПП	2,73	2,83	7,16	0,27	1,68
З 0,5% ПЕ+ПП	2,107	2,97	6,24	0,24	1,476
З 0,75% ПЕ+ПП	1,57	3,12	5,86	0,21	1,217
З 1% ПЕ+ПП	1,108	3,37	3,47	0,217	1,153
З 1,25% ПЕ+ПП	0,657	3,54	2,53	0,212	0,836
З 1,5% ПЕ+ПП	0,276	3,76	2,82	0,207	0,658
З 1,75% ПЕ+ПП	0,124	3,89	3,21	0,196	0,424
З 2% ПЕ+ПП	0,137	4,06	3,46	0,193	0,287
З 2,25% ПЕ+ПП	0,142	4,22	3,57	0,188	0,198
З 2,5% ПЕ+ПП	0,154	4,38	3,69	0,182	0,273
З 2,75% ПЕ+ПП	0,162	4,51	3,78	0,174	0,267
З 3% ПЕ+ПП	0,164	4,76	3,81	0,168	0,284
З 3,25% ПЕ+ПП	0,167	4,82	3,94	0,164	0,297
З 3,5% ПЕ+ПП	0,173	4,93	4,11	0,161	0,304
З 3,75% ПЕ+ПП	0,175	5,27	4,17	0,159	0,322
З 4% ПЕ+ПП	0,178	5,34	4,32	0,158	0,328
З 4,25% ПЕ+ПП	0,181	5,41	4,37	0,157	0,346
З 4,5% ПЕ+ПП	0,186	5,44	4,42	0,155	0,353
З 4,75% ПЕ+ПП	0,188	5,53	4,48	0,153	0,361
З 5% ПЕ+ПП	0,193	5,61	4,53	0,149	0,368
З 5,25% ПЕ+ПП	0,195	5,68	4,62	0,144	0,372

ДОДАТОК Є

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ЗРАЗКІВ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНИХ КОМПОЗИЦІЙ, НАПОВНЕНИХ
МЕХАНІЧНО ПЕРЕРОБЛЕНИМИ ТА АКТИВОВАНИМИ ПОЛІМЕРНИМИ
ВІДХОДАМИ, ПОВЕРХНЯ ЯКИХ ВКРИТА ПАР, ЗАЛЕЖНО ВІД ЗМІНИ
КІЛЬКОСТІ ТА ВИДУ НАПОВНЮВАЧА

Таблиця Є.1

Результати дослідження зміни міцності зразків цементно-піщаних композицій
наповнених переробленими та механоактивованими ПЕТФ, поверхня яких
вкрита ПАР, залежно від кількості доданих полімерів

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/mm ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з ПАР, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з ПАР, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²
Контрольний	11,42	11,2	6,94	6,8	29,63	29,47	11,4	10,9
3 2% ПЕТФ	11,67	11,9	7,04	6,75	30,61	29,64	11,76	10,63
3 4% ПЕТФ	12,34	12,3	7,17	6,8	31,74	30,24	11,85	9,8
3 5% ПЕТФ	12,87	11,96	7,67	7,25	34,86	29,34	12,07	9,2
3 6% ПЕТФ	13,26	11,64	7,93	7,07	35,08	28,87	12,23	8,53
3 7% ПЕТФ	12,72	11,3	8,12	6,9	37,48	28,3	13,67	7,89
3 8% ПЕТФ	11,23	10,84	7,38	6,63	35,12	25,17	13,84	7,13
3 9% ПЕТФ	10,42	9,62	6,47	6,04	33,27	23,73	13,79	6,67
3 10% ПЕТФ	9,84	8,7	5,93	5,5	28,64	20,27	12,37	5,23
3 11% ПЕТФ	8,36	7,13	5,37	4,87	25,06	17,13	11,86	4,12
3 12% ПЕТФ	7,83	6,48	4,82	4,13	22,94	15,88	10,73	2,87
3 13% ПЕТФ	7,68	5,62	4,17	3,75	20,86	11,88	9,42	1,24
3 14% ПЕТФ	7,13	4,57	3,94	2,81	17,23	9,57	7,31	-
3 15% ПЕТФ	6,76	3,87	3,68	2,05	14,37	8,64	6,11	-
3 16% ПЕТФ	5,88	3,55	2,87	1,84	12,73	6,5	5,17	-
3 17% ПЕТФ	4,86	3,21	2,51	1,7	10,78	5,27	4,78	-
3 18% ПЕТФ	3,94	2,83	2,37		8,83	3,58	3,94	-

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/мм ²		Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²		Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/мм ²		Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²	
	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/мм ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/мм ²	Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на стиск 28 діб з ПАР, Н/мм ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на стиск 3 доби з ПАР, Н/мм ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²
3 19% ПЕТФ	3,82		2,31		8,67		2,87	
3 20% ПЕТФ	3,73		2,26		8,42		2,64	
3 21% ПЕТФ	3,64		2,23		7,73		2,51	
3 22% ПЕТФ	3,58		2,21		7,56		2,37	
3 23% ПЕТФ	3,42		2,19		7,04		2,21	
3 24% ПЕТФ	3,36		2,17		6,52		2,14	
3 25% ПЕТФ	3,02		2,13		6,24		2,06	

Таблиця Є.2

Результати дослідження зміни міцності зразків цементно-піщаних композицій наповнених переробленими та механоактивованими ПВХ, поверхня яких вкрита ПАР, залежно від кількості доданих полімерів

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/мм ²		Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²		Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/мм ²		Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²	
	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/мм ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/мм ²	Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на стиск 28 діб з ПАР, Н/мм ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на стиск 3 доби з ПАР, Н/мм ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²
Контрольний	11,42	11,2	6,94	6,8	29,63	29,47	11,4	10,9
3 2% ПВХ	11,67	11,57	7,08	6,75	30,43	29,76	11,76	10,63
3 4% ПВХ	12,34	11,83	7,57	6,93	31,82	30,81	11,85	9,8
3 5% ПВХ	12,87	12,02	7,87	7,33	34,87	30,87	12,07	9,2

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/мм ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/мм ²	Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на стиск 28 діб з ПАР, Н/мм ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/мм ²	Міцність на стиск 3 доби з ПАР, Н/мм ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/мм ²
3 6% ПВХ	13,44	11,76	9,16	7,07	35,03	30,13	12,23	11,23
3 7% ПВХ	13,12	11,48	9,92	6,64	36,73	29,3	13,67	11,19
3 8% ПВХ	13,23	11,24	9,48	6,13	35,17	28,17	13,84	11,03
3 9% ПВХ	12,82	10,86	8,07	5,84	33,27	24,73	13,79	10,67
3 10% ПВХ	12,64	9,7	7,23	5,57	28,64	22,67	12,37	10,83
3 11% ПВХ	11,76	8,33	6,42	4,87	25,06	19,43	11,86	9,62
3 12% ПВХ	9,83	7,68	5,82	4,32	22,94	18,88	10,73	7,93
3 13% ПВХ	8,68	6,82	4,67	3,83	20,86	13,88	9,42	5,96
3 14% ПВХ	7,83	5,37	4,44	3,27	17,23	11,57	7,31	4,74
3 15% ПВХ	6,56	5,07	4,02	2,73	14,37	9,64	6,11	4,11
3 16% ПВХ	6,03	4,23	3,57	2,26	12,73	7,23	5,17	3,94
3 17% ПВХ	5,46	3,87	3,21	2,17	10,78	5,93	4,78	3,62
3 18% ПВХ	4,24	3,34	2,77	1,93	8,83	5,18	3,94	2,47
3 19% ПВХ	3,87	2,16	2,42	1,74	7,27	4,62	3,07	1,82
3 20% ПВХ	3,73		2,34		6,92		2,84	
3 21% ПВХ	3,71		2,27		6,73		2,67	
3 22% ПВХ	3,68		2,21		6,56		2,47	
3 23% ПВХ	3,65		2,18		6,34		2,41	
3 24% ПВХ	3,63		2,12		6,22		2,34	
3 25% ПВХ	3,56		2,07		6,17		2,26	
3 26% ПВХ	3,52		1,95		5,97		2,17	
3 27% ПВХ	3,43		1,86		5,82		2,04	

Результати дослідження зміни міцності зразків цементно-піщаних композицій наповнених переробленими та механоактивованими сумішшами ПЕ+ППІ, поверхня яких вкрита ПАР, залежно від кількості доданих полімерів

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/mm ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з ПАР, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з ПАР, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²
Контрольний	11,4	11,2	8,4	8,4	29,4	29,2	6,76	6,7
3 0,25% ПЕ+ППІ	11,95	11,25	8,85	8,45	29,93	29,3	7,02	6,8
3 0,5% ПЕ+ППІ	12,06	11,4	9,27	8,7	30,06	27,6	7,14	7,03
3 0,75% ПЕ+ППІ	12,13	11,6	9,64	8,84	30,13	25,3	7,16	6,82
3 1% ПЕ+ППІ	12,18	11,48	9,2	9,2	30,17	20,55	7,15	6,73
3 1,25% ПЕ+ППІ	12,05	11,45	10,76	8,53	30,02	18,4	7,19	6,6
3 1,5% ПЕ+ППІ	12,03	11,35	9,93	8,3	30,12	16,6	7,38	6,43
3 1,75% ПЕ+ППІ	12,07	11,07	9,21	8,04	29,87	14,7	7,54	6,2
3 2% ПЕ+ППІ	11,86	10,86	8,82	7,82	27,42	12,4	7,71	5,7
3 2,25% ПЕ+ППІ	11,64	10,6	8,46	7,67	25,22	11,34	7,22	5,5
3 2,5% ПЕ+ППІ	11,37	10,3	8,07	7,52	24,87	9,83	7,10	5,2
3 2,75% ПЕ+ППІ	11,08	10,05	7,93	7,43	23,64	7,4	6,98	4,95
3 3% ПЕ+ППІ	10,18	9,4	7,67	7,67	22,17	5,9	6,58	4,7
3 3,25% ПЕ+ППІ	9,92	8,9	7,24	7,24	18,23	5,22	5,97	4,6
3 3,5% ПЕ+ППІ	9,83	8,3	6,83	5,83	17,61	4,7	5,49	4,125
3 3,75% ПЕ+ППІ	9,78	7,8	6,37	5,46	16,82	4,34	5,23	3,7
3 4% ПЕ+ППІ	8,34	7,4	6,28	5,22	14,93	3,75	4,63	3,2
3 4,25% ПЕ+ППІ	7,72	5,2	6,14	5,03	13,37	2,86	4,09	2,6
3 4,5% ПЕ+ППІ	6,08	4,8	5,43	4,73	12,03	2,57	3,87	2,4
3 4,75% ПЕ+ППІ	5,85	4,45	4,77	4,27	11,72	1,68	3,52	2,08
3 5% ПЕ+ППІ	5,47	4,15	4,74	3,4	9,86		3,24	1,97
3 5,25% ПЕ+ППІ	4,13	3,8	4,08	3,2	6,75		2,78	1,74

Назва зразка	Міцність на згин 28 діб з ПАР, Н/mm ²	Міцність на згин 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби з ПАР, Н/mm ²	Міцність на згин 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з ПАР, Н/mm ²	Міцність на стиск 28 діб з механоактивацією, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з ПАР, Н/mm ²	Міцність на стиск 3 доби з механоактивацією, Н/mm ²
3 5,5% ПЕ+ПП	4,02		4,03		6,52		2,64	
3 5,75% ПЕ+ПП	3,95		3,96		6,23		2,53	
3 6% ПЕ+ПП	3,81		3,84		5,46		2,47	
3 6,25% ПЕ+ПП	3,76		3,80		4,87		2,41	
3 6,5% ПЕ+ПП	3,71		3,78		4,08		2,35	
3 6,75% ПЕ+ПП	3,63		3,72		3,67		2,27	

ДОДАТОК Ж

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ
 ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗРАЗКІВ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНИХ СУМІШЕЙ,
 НАПОВНЕНИХ ПОЛІМЕРАМИ ПОВЕРХНЯ ЯКИХ ВКРИТА ПАР, В
 ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ ТА ВИДУ НАПОВНЮВАЧА ТА
 ТИПУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Таблиця Ж.1

Результати дослідження корозійної втрата маси зразків, наповнених механічно переробленими та активованими ПЕТФ, поверхня яких вкрита ПАР, за 28 діб залежно від кількості полімерів та типу агресивного середовища

Назва зразка	у 10 % розчині H ₂ CO ₃	у 10 % розчині MgCl ₂	у 10 % розчині Na ₂ SO ₄	у дистильованій воді	у дощовій воді
Контрольний з ПАР	4,23	2,67	5,8	0,31	1,37
2% ПЕТФ	1,97	3,74	5,57	0,27	1,203
4% ПЕТФ	1,73	3,92	5,14	0,22	1,16
6% ПЕТФ	1,02	4,47	4,87	0,17	0,736
7% ПЕТФ	0,84	4,75	4,62	0,112	0,582
8% ПЕТФ	0,67	5,03	4,27	0,104	0,424
9% ПЕТФ	0,547	5,82	4,08	0,093	0,267
10% ПЕТФ	0,337	6,17	3,87	0,08	0,244
11% ПЕТФ	0,278	6,52	4,12	0,086	0,234
12% ПЕТФ	0,224	6,87	4,46	0,092	0,237
13% ПЕТФ	0,374	7,11	4,73	0,098	0,242
14% ПЕТФ	0,593	7,27	4,92	0,117	0,257
15% ПЕТФ	0,758	7,41	5,07	0,121	0,357
16% ПЕТФ	0,964	7,62	5,21	0,128	0,463
17% ПЕТФ	1,03	7,86	5,46	0,1305	0,603
18% ПЕТФ	1,17	8,07	5,59	0,134	0,687
19% ПЕТФ	1,2	8,24	5,72	0,137	0,804
20% ПЕТФ	1,22	8,76	5,83	0,143	0,854

Назва зразка	у 10 % розчині H_2CO_3	у 10 % розчині $MgCl_2$	у 10 % розчині Na_2SO_4	у дистильованій воді	у дощовій воді
21% ПЕТФ	1,34	8,94	5,98	0,151	0,887
22% ПЕТФ	1,467	9,08	6,06	0,163	0,937
23% ПЕТФ	1,532	9,34	6,19	0,185	0,968
24% ПЕТФ	1,614	9,57	6,21	0,194	0,982
25% ПЕТФ	1,73	9,82	6,23	0,207	1,19

Таблиця Ж.2

Результати дослідження корозійної втрата маси зразків, наповнених механічно переробленими та активованими ПВХ, поверхня яких вкрита ПАР, за 28 діб залежно від кількості полімерів та типу агресивного середовища

Назва зразка	у 10 % розчині H_2CO_3	у 10 % розчині $MgCl_2$	у 10 % розчині Na_2SO_4	у дистильованій воді	у дощовій воді
Контрольний з ПАР	4,23	2,67	5,8	0,31	1,37
2%	2,36	2,58	5,67	0,157	1,24
4%	1,56	2,44	5,23	0,143	0,884
5%	1,17	2,37	4,17	0,1406	0,718
6%	0,87	2,33	3,47	0,137	0,652
7%	0,63	2,29	3,18	0,135	0,487
8%	0,43	2,27	2,87	0,127	0,377
9%	0,307	2,265	2,741	0,116	0,304
10%	0,237	2,243	2,33	0,107	0,251
11%	0,183	2,263	2,12	0,1143	0,207
12%	0,206	2,282	2,42	0,1178	0,249
13%	0,234	2,394	2,747	0,124	0,273
14%	0,288	2,627	3,127	0,1246	0,302

Назва зразка	у 10 % розчині H_2CO_3	у 10 % розчині $MgCl_2$	у 10 % розчині Na_2SO_4	у дистильованій воді	у дощовій воді
15%	0,367	3,342	3,478	0,1267	0,324
16%	0,4016	3,785	3,621	0,128	0,343
17%	0,437	3,892	3,86	0,132	0,386
18%	0,449	4,026	3,93	0,137	0,429
19%	0,517	4,16	4,07	0,143	0,477
20%	0,584	4,227	4,316	0,154	0,562
21%	0,708	4,578	4,867	0,157	0,632
22%	0,876	4,846	5,073	0,161	0,718
23%	1,237	5,03	5,738	0,163	0,864
24%	1,457	5,323	6,274	0,159	0,967
25%	1,643	5,726	6,573	0,161	1,06
26% ПВХ	1,764	5,92	6,78	0,163	1,263

Таблиця Ж.3

Результати дослідження корозійної втрата маси зразків, наповнених механічно переробленими та активованими сумішками ПЕ+ПП, поверхня яких вкрита ПАР, за 28 діб залежно від кількості полімерів та типу агресивного середовища

Назва зразка	у 10 % розчині H_2CO_3	у 10 % розчині $MgCl_2$	у 10 % розчині Na_2SO_4	у дистильованій воді	у дощовій воді
Контрольний з ПАР	4,23	2,67	5,8	0,31	1,37
3 0,25% ПЕ+ПП	2,573	2,73	5,16	0,27	1,35
3 0,5% ПЕ+ПП	2,107	2,64	4,63	0,24	1,27
3 0,75% ПЕ+ПП	1,57	2,52	4,07	0,21	1,08
3 1% ПЕ+ПП	1,108	2,47	3,58	0,217	0,87

Назва зразка	у 10 % розчині H ₂ CO ₃	у 10 % розчині MgCl ₂	у 10 % розчині Na ₂ SO ₄	у дистильованій воді	у дощовій воді
3 1,25% ПЕ+ПП	0,657	2,34	3,16	0,212	0,63
3 1,5% ПЕ+ПП	0,276	2,26	2,43	0,207	0,42
3 1,75% ПЕ+ПП	0,124	2,15	2,12	0,117	0,27
3 2% ПЕ+ПП	0,137	2,08	2,19	0,1193	0,186
3 2,25% ПЕ+ПП	0,106	2,22	2,37	0,121	0,1636
3 2,5% ПЕ+ПП	0,113	2,34	2,43	0,1232	0,176
3 2,75% ПЕ+ПП	0,124	2,53	2,67	0,1244	0,182
3 3% ПЕ+ПП	0,128	2,82	3,06	0,132	0,188
3 3,25% ПЕ+ПП	0,136	3,21	3,23	0,14	0,222
3 3,5% ПЕ+ПП	0,142	3,46	3,37	0,147	0,28
3 3,75% ПЕ+ПП	0,156	3,57	3,56	0,149	0,346
3 4% ПЕ+ПП	0,164	3,69	3,78	0,151	0,36
3 4,25% ПЕ+ПП	0,173	3,78	3,97	0,154	0,42
3 4,5% ПЕ+ПП	0,181	3,81	4,22	0,155	0,48
3 4,75% ПЕ+ПП	0,188	3,94	4,38	0,156	0,57
3 5% ПЕ+ПП	0,193	4,11	4,43	0,1578	0,64
3 5,25% ПЕ+ПП	0,195	4,17	4,52	0,159	0,81
5,5% ПЕ+ПП	0,246	4,32	4,76	0,167	0,96
5,75% ПЕ+ПП	0,312	4,37	4,97	0,173	1,08
6,00% ПЕ+ПП	0,384	4,42	5,34	0,198	1,17
6,25% ПЕ+ПП	0,414	4,48	5,81	0,206	1,306
6,50% ПЕ+ПП	0,467	4,53	6,23	0,214	1,39
6,75% ПЕ+ПП	0,524	4,62	6,48	0,237	1,4247

ДОДАТОК 3
ЗМІНИ І ДОПОВНЕННЯ ДО ПРОЕКТУ ЗАКОНУ УКРАЇНИ
«ПРО УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ» № 2207-1



УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені О.О. БОГОМОЛЬЦЯ

Кафедра гігієни та екології № 3

04057, м. Київ-57, Проспект Перемоги, 34 тел. (044) 456-58-85, 454-49-35 (05, 46)

28.11.18 р. № 120/кт-27

ДИРЕКТОРУ
ДП «Комітет з питань гігієнічного
регламентування МОЗ України»
КОВАЛЮ Р.В.

Шановний Руслан Вікторович!

У відповідь на Ваш запит (лист від 23.11.18 за № 635) інформуємо, що проект закону України «Про управління відходами» нами розглянуто. В цілому позитивно схвалюючи проект цього важливого документу нами пропонується (дивись таблицю) зробити окремі правки та доповнення до зазначеного тексту. У рецензуванні проекту закону України «Про управління відходами» активну участь брала кандидат технічних наук Малишевська Ольга Степанівна – доцент кафедри гігієни та екології Івано-Франківського національного медичного університету (ІФНМУ).

З повагою,
завідувач кафедри,
професор

С.І. Гаркавий

ДОДАТОК К

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ НАФТОВИХ СОРБЕНТІВ
ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ МЕХАНІЧНО ПЕРЕРОБЛЕНИХ ТА
АКТИВОВАНИХ ПОЛІМЕРІВ

Таблиця К.1

Результати експериментальних досліджень процесу регенерації сорбентів
із перероблених ПЕТФ

К-сть циклів регенерації	Нафтовіддача/ нафтовилучення, %	К-сть циклів регенерації	Нафтовіддача/ нафтовилучення, %	К-сть циклів регенерації	Нафтовіддача/ нафтовилучення, %
1	100/100	31	91,4/93,6	61	70,65/76,2
2	137,2/143,6	32	89,75/93,4	62	71,4/76,4
3	152,7/158,4	33	88,6/92,9	63	70,8/75,8
4	138,4/149,2	34	88,85/92,7	64	71,6/75,3
5	163,4/171,7	35	87,3/92,8	65	71,25/75,2
6	154,6/165,3	36	86,8/92,2	66	71,5/74,3
7	132,4/156,8	37	85,2/91,4	67	71,05/73,9
8	130,6/142,5	38	84,55/90,6	68	70,75/73,7
9	123,2/138,2	39	83,9/88,7	69	70,6/73,5
10	103,7/116,4	40	84,7/89,4	70	70,3/73,2
11	101,2/108,3	41	83,6/89,6	71	70,5/72,6
12	98,4/110,7	42	82,2/87,1	72	70,2/71,4
13	97,7/102,6	43	83,25/87,5	73	70,25/70,8
14	98,3/107,4	44	82,7/86,4	74	70,15/70,3
15	97,6/105,8	45	82,1/86,2	75	68,4/69,8
16	97,4/103,2	46	80,65/84,2	76	67,2/69,3
17	96,8/104,1	47	79,3/83,6	77	68,6/69,1
18	96,85/103,7	48	78,8/83,1	78	67,3/68,4
19	96,3/102,8	49	78,6/82,7	79	66,8/68,6
20	96,25/103,5	50	77,45/82,1	80	66,1/67,7
21	96,4/101,6	51	76,4/81,2	81	66,3/67,4
22	94,7/98,7	52	76,3/81,4	82	66,2/67,1
23	95,2/99,3	53	75,4/80,2	83	66,05/67,4
24	96,4/99,6	54	75,2/79,7	84	65,8/66,9
25	95,7/98,6	55	71,85/79,4	85	65,7/66,7
26	92,6/95,4	56	71,6/78,7	86	65,75/66,2
27	94,15/96,7	57	72,4/78,3	87	65,4/65,8
28	93,2/96,1	58	72,15/78,6	88	64,6/65,3
29	93,7/96,3	59	71,75/78,4	89	63,8/65,1
30	92,35/94,8	60	71,3/78,3	90	62,3/64,7

Результати експериментальних досліджень процесу регенерації сорбентів із перероблених ПВХ

К-сть циклів регенерації	Нафтовіддача/ нафтовилучення, %	К-сть циклів регенерації	Нафтовіддача/ нафтовилучення, %	К-сть циклів регенерації	Нафтовіддача/ нафтовилучення, %
1	100/100	36	94,15/96,7	71	85,2/91,4
2	137,2/123,6	37	93,2/96,1	72	84,55/90,6
3	152,7/128,4	38	93,7/96,3	73	83,9/88,7
4	138,4/12,2	39	92,35/94,8	74	84,7/89,4
5	163,4/131,7	40	91,4/93,6	75	83,6/89,6
6	154,6/143,6	41	89,75/93,4	76	82,2/87,1
7	132,4/136,8	42	94,15/96,7	77	83,25/87,5
8	130,6/132,5	43	89,85/92,7	78	82,7/86,4
9	123,2/128,2	44	89,3/92,8	79	82,1/86,2
10	103,7/126,4	45	89,75/93,4	80	85,2/91,4
11	101,2/128,3	46	89,75/93,4	81	84,55/90,6
12	98,4/120,7	47	88,6/92,9	82	83,9/88,7
13	97,7/119,6	48	88,85/92,7	83	84,7/89,4
14	98,3/117,4	49	88,3/92,8	84	83,6/89,6
15	97,6/110,8	50	88,75/93,4	85	82,2/87,1
16	97,4/109,2	51	88,6/92,9	86	83,25/87,5
17	98,3/107,4	52	88,85/92,7	87	82,7/86,4
18	97,6/107,8	53	88,3/92,8	88	82,1/86,2
19	97,4/107,2	54	89,75/93,4	89	85,2/91,4
20	98,3/106,4	55	88,6/92,9	90	84,55/90,6
21	97,6/105,8	56	88,85/92,7	91	83,9/88,7
22	97,4/104,2	57	85,15/90,75	92	81,05/85,4
23	96,8/104,1	58	85,07/89,7	93	82,6/79,88
24	96,85/103,7	59	85,2/91,4	94	82,2/79,7
25	96,3/102,8	60	84,55/90,6	95	78,85/79,4
26	96,25/103,5	61	83,9/88,7	96	76,6/78,7
27	96,4/101,6	62	84,7/89,4	97	75,4/78,3
28	97,4/102,2	63	83,6/89,6	98	74,5/78,6
29	96,8/101,1	64	82,2/87,1	99	72,75/78,4
30	95,2/99,3	65	83,25/87,5	100	70,4/78,73
31	96,4/99,6	66	82,7/86,4	101	68,4/69,8
32	95,7/98,6	67	82,1/86,2	102	67,2/69,3
33	92,6/98,4	68	85,2/91,4	103	67,6/69,1
34	94,15/97,7	69	84,55/90,6		
35	94,2/97,1	70	83,9/88,7		

ДОДАТОК Л

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ У ВИРОБНИЧУ ТА ПРАКТИЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ


 «ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Голова правління ТзОВ «Нафтогазтехнологія»
 Гусак М. М.
 03 грудня 2018 р.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи
«Розробка новітньої технології утилізації полімерних побутових відходів на основі механічного рециклінгу»

1. *Детальна назва заходу, який впроваджується.* Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.

2. *Тема, завдання, наукове дослідження, результатом яких є розроблений захід.* Науково-дослідна робота «Розробка новітньої технології утилізації полімерних побутових відходів на основі механічного рециклінгу» 0117U004237, 2017 – 2019 рр.

3. *Назва підприємства, де зроблено впровадження.* Товариство з обмеженою відповідальністю ТзОВ «Нафтогазтехнологія», м. Івано-Франківськ.

4. *Зміст впровадження.*

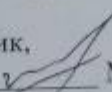
4.1 Безвідходна технологія механічної переробки побутових полімерних відходів містить наступні основні операції: механічне подрібнення, очищення, центрифугування, висушування, механічна активація, нанесення поверхнево-активних речовин на частинки подрібнених полімерів.

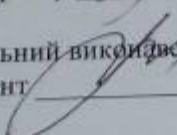
4.2 Обладнання для подрібнення пластикових пляшок; обладнання для механічної активації поверхні частинок подрібнених полімерних матеріалів.

5. *Основні результати впровадження.* Технологія забезпечує розширення галузей застосування частинок подрібнених полімерних відходів, як наповнювачів, наприклад, для одержання полегшених тампонажних розчинів наповнених полімерними відходами з метою кріплення нафтових і газових свердловин.

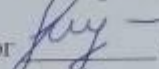
Результати промислових випробовувань одержаних полегшених тампонажних розчинів наповнених полімерними відходами показали зменшення ваги тампонажного розчину на 23,6 % порівняно зі стандартним без погіршення фізико-механічних характеристик утвореного цементного каменю, а також зменшилась водопроникність утвореного цементного каменю.

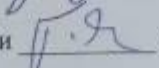
Представники ДВНЗ «ІФНМУ»:

Науковий керівник,
 д.м.н., професор  Мізюк М. І.

Відповідальний виконавець,
 к.т.н., доцент  Малишевська О. С.

Представники ТзОВ «Нафтогазтехнологія»:

Головний технолог  Малярчук О. Б.

Зав. лабораторіями  Яцота Т. М.

ДОДАТОК М
ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ У ВИРОБНИЧУ ТА
ПРАКТИЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ

«Затверджую»:
 Директор ПНДП «ІНТТЕХ»
 Роп'як Л.Я.
 21 листопада 2018 р.

АКТ

про використання результатів науково-дослідної роботи
 «Розробка новітньої технології утилізації полімерних
 побутових відходів на основі механічного рециклінгу»
 0117U004237, 2017 – 2019 рр.

Ми, що нижче підписалися, представники ПНДП «ІНТТЕХ»: заступник директора Фабуляк Л. І., начальник лабораторії Зуб'як О. Я., склали даний акт про впровадження технології та обладнання для утилізації полімерних побутових відходів: полівінілхлориду, поліетилену, поліпропілену, поліетилентетрафталату. Запропонована технологія включає такі основні операції: механічне подрібнення полімерів на смужки з розмірами (довжиною від 12 мм до 15 мм; шириною від 1,5 мм до 3,5 мм; товщиною, що залежить від товщини полімеру, котрий піддавали переробці); висушування; мокре очищення; центрифугування; вібровисушування; механічну активацію подрібнених відходів; нанесення на поверхню подрібнених відходів поверхнево-активних речовин (ПАР); змішування подрібнених відходів із сухою цементно-піщаною сумішшю; додавання води; перемішування цементно-піщаної суміші наповненої переробленими полімерними відходами; витримування готової суміші; повторне перемішування; заповнення форм; механічне віброушліщення суміші у формах; витримку в формах; розформування; контроль якості виробів. Застосування операцій механічної активації подрібнених відходів і нанесення на їх поверхню подрібнених відходів ПАР забезпечує збільшення міцності зчеплення цементно-піщаної суміші з полімерним наповнювачем за рахунок покращення змочування їх поверхні та як наслідок ефективну утилізацію полімерних відходів.

Представники ДВНЗ «ІФНМУ»:

Науковий керівник,
 д.м.н., проф., п.н.с. Мізюк М. І.

Відповідальний виконавець,
 к.т.н., доц., м.н.с. Малишевська О. С.

Представники ПНДП «ІНТТЕХ»:

Заступник директора
 ПНДП «ІНТТЕХ» Фабуляк Л. І.

Начальник лабораторії Зуб'як О. Я.

ДОДАТОК Н

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ У ВИРОБНИЧУ ТА ПРАКТИЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ

«Затверджую»

Директор ТзОВ «ЕКОСОНІК-ВЕСТ»



Бойко С. С.

2019 р.

АКТ

про використання результатів науково-дослідної роботи
«Розробка новітньої технології утилізації полімерних побутових відходів на основі механічного рециклінгу»
0117U004237, 2016 – 2019 рр.

Ми, що нижче підписалися, представники ТзОВ «ЕКОСОНІК-ВЕСТ»: заступник директора Бойко С.С., начальник лабораторії Пироженко В.О., склали даний акт про впровадження технології та обладнання для утилізації полімерних побутових відходів: полівінілхлориду, поліетилену, поліпропілену, поліетилентетрафталату. Запропонована технологія включає такі основні операції: механічне подрібнення полімерів на смужки з розмірами (довжиною від 12 мм до 15 мм; шириною від 1,5 мм до 3,5 мм; товщиною, що залежить від товщини полімеру, котрий піддавали переробці); висушування; мокре очищення; центрифугування; вібровисушування; механічну активацію подрібнених відходів; нанесення на поверхню подрібнених відходів поверхнево-активних речовин (ПАР).

Застосування операцій механічної активації подрібнених відходів і нанесення на їх поверхню подрібнених відходів ПАР забезпечує збільшення міцності зчеплення цементно-піщаної суміші з полімерним наповнювачем за рахунок покращення змочування їх поверхні та як наслідок ефективну утилізацію полімерних відходів.

Представники «ІФІМУ»:

Науковий керівник,
д.м.н., проф., п.н.с

Мізюк М. І.

Відповідальний виконавець,
к.т.н., доц., с.н.с

Малишевська О. С.

Представники ТзОВ «ЕКОСОНІК-ВЕСТ»:

Директор

ТзОВ «ЕКОСОНІК-ВЕСТ» Бойко С.С.

Начальник лабораторії Пироженко В. О.



ДОДАТОК О

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ У НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНУ РОБОТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової та інноваційної роботи
ДЗ «ДМА», д.м.н., проф.
О.О. ГУЦАР'ЯН



_____ 2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

**результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С.
«Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу
утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення
та охорони довкілля» в науково-педагогічний процес
кафедри гігієни, екології та охорони праці ДЗ «ДМА»**

1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформаційний лист № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра гігієни, екології та охорони праці ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів 3 та 6 курсів спеціальності «Медицина», під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки студентів із актуальних питань охорони навколишнього середовища від забруднення побутовими відходами.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження:
завідувач кафедри гігієни, екології
та охорони праці, д.м.н., професор

О.А. Шевченко

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи
 Буковинського державного
 медичного університету

к.м.н., доц.

І. В. Геруш

2020 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри гігієни та екології Буковинського державного медичного університету

1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. лист. № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра гігієни та екології Буковинського державного медичного університету.
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів спеціальностей «Медицина», «Стоматологія», «Фармація» для тематичного вдосконалення курсу дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження
 Завідувач кафедри гігієни та екології,
 д.м.н, професор

Л. І. Власик

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Проректор з наукової роботи та
 інновацій НМУ імені О. О. Богомольця
 професор С. В. Земсков

2020 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри гігієни та екології №3 НМУ ім. О. О. Богомольця


1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. лист. № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра гігієни та екології №3 НМУ ім. О. О. Богомольця.
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів 1 курсів спеціальності «Медицина», «Педіатрія», «Фармація» під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження
 Завідувач кафедри гігієни та екології №3,
 д.м.н, професор
 Доцент кафедри, к.м.н.
 Доцент кафедри, к.м.н.



С. І. Гаркавий
 І.І. Ткаченко
 О.В. Швагер

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи та
інновацій НМУ ім. О. О. Богомольця
професор  С. В. Земсков

09 2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри гігієни та екології №4 НМУ ім. О. О. Богомольця

1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. лист. № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра гігієни та екології №4 НМУ ім. О. О. Богомольця.
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів 2-го курсу спеціальності «Медицина», 2 та 3-го курсу спеціальності «Стоматологія» під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження
Завідувач кафедри гігієни та екології №4,
д.м.н, професор
Професор кафедри, д.м.н., професор
Доцент кафедри, к.м.н.




Н. В. Велика
С.Т. Омельчук
Т.І. Білко

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи
Харківського національного
медичного університету
д. мед. н., проф. В. Д. Марковський



2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри гігієни та екології № 2

1. *Назва роботи:* Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля.
2. *Автори:* д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к. т. н., доц. Малишевська О. С.
3. *Пропозиція для впровадження:* Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
4. *Актуальність дослідження:* Погіршення екологічної обстановки й здоров'я населення, пов'язане з викидом в атмосферу газів, що є продуктом розкладання відходів, забрудненням водних джерел, знищенням родючого шару ґрунтів.
5. *Установа-розробник:* Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи
6. *Джерело інформації:* Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформаційний лист № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
7. *Базова установа, що проводить впровадження:* Кафедра гігієни та екології №2 Харківського національного медичного університету.
8. *Термін впровадження:* 01.02.2020 – 01.09.2020 рр.
9. *Форма впровадження:* у навчальний процес студентів 3 та 6 курсів спеціальності «Медицина», під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
10. *Кількість студентів, що прослухали курс:* 500.
11. *Соціально-економічний ефект:* покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
12. *Матеріали наукових досліджень та результати їх впровадження* розглянуті на засіданні кафедри гігієни та екології № 2 Харківського національного медичного університету 28.08.2020 року (протокол № 23).

Відповідальний за впровадження:

в.о. завідувача кафедри
гігієни та екології № 2 ХНМУ,
к. мед.н., доцент

М. О. Сидоренко

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
(навчальної) роботи

Вінницького національного медичного
університету ім. М. І. Пирогова

д.мед.н., проф. Ю. Й. Гумінський
2020 р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри загальної гігієни та екології Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова

1. *Пропозиція для впровадження:* Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. *Установа-розробник:* Івано-Франківський національний медичний університет.
3. *Автори:* д.мед.н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. *Джерело інформації:* Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформаційний лист № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019, 2019. – 4 с.
5. *Базова установа, що проводить впровадження:* кафедра загальної гігієни та екології Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова.
6. *Терміни впровадження:* 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. *Форма впровадження:* у навчальний процес студентів 3 та 6 курсів спеціальності «Медицина», під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. *Ефективність впровадження:* покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. *Зауваження та рекомендації:* немає.
10. *Матеріали наукових досліджень та результати їх впровадження* розглянуті на засіданні кафедри загальної гігієни та екології Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова 31.08.2020 року (протокол № 1).

Відповідальний за впровадження:

Завідувач кафедри загальної гігієни та екології
Вінницького національного медичного
університету ім. М. І. Пирогова
д.мед.н., професор

I. В. Сергета


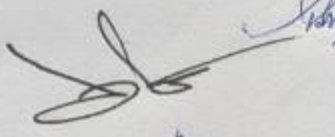


АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри гігієни та екології №2 НМУ ім. О. О. Богомольця

1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. лист. № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра гігієни та екології №2 НМУ ім. О. О. Богомольця.
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів 3 курсу спеціальності «Медицина» під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження
Завідувач кафедри гігієни та екології №2,
д.м.н, професор
Професор кафедри,
д.м.н., професор
Доцент кафедри, к.м.н.

 О. П. Яворовський
 Ю.О. Паустовський
В.І. Зенкіна

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи та
інновацій НМУ ім. О. О. Богомольця
професор *В. Земсков*

2020 р.



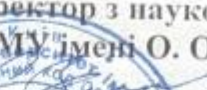
АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри гігієни та екології №1 НМУ ім. О. О. Богомольця

1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. лист. № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра гігієни та екології №1 НМУ ім. О. О. Богомольця.
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів 3 та 6 курсів спеціальності «Медицина», під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження
Завідувач кафедри гігієни та екології №1,
д.м.н., професор
Професор кафедри, д.м.н., професор
Доцент кафедри, к.м.н.

В. Г. Бардов
В. Г. Бардов
О. П. Вавриневич
О. П. Вавриневич
Є. М. Анісімов
Є. М. Анісімов

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи та
інновацій НМУ імені О. О. Богомольця
професор  С. В. Земсков



09 2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри гігієни та екології №4 НМУ ім. О. О. Богомольця

1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. лист. № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра гігієни та екології №4 НМУ ім. О. О. Богомольця.
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів 2-го курсу спеціальності «Медицина», 2 та 3-го курсу спеціальності «Стоматологія» під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поведінки з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження
Завідувач кафедри гігієни та екології №4,
д.м.н, професор
Професор кафедри, д.м.н., професор
Доцент кафедри, к.м.н.

Н. В. Велика
С.Т. Омельчук
Т.І. Білко

ЗАТВЕРДЖУЮ
 проректор з науково-педагогічної роботи
 Тернопільського національного медичного
 університету імені І. Я. Горбачевського
 д.м.н., проф.  Шульгай А. Г.
 «21» вересня 2020 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів дисертаційної роботи Малишевської О. С. «Наукове обґрунтування гігієнічних основ екологічної безпеки процесу утилізації полімерних побутових відходів для збереження здоров'я населення та охорони довкілля» в навчальний процес кафедри загальної гігієни та екології Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського

1. Пропозиція для впровадження: Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів.
2. Установа-розробник: Івано-Франківський національний медичний університет.
3. Автори: д. мед. н., проф. Мізюк М. І., к.т.н., доц. Малишевська О. С.
4. Джерела інформації: Мізюк М. І., Малишевська О. С. Технологія механічної переробки побутових полімерних відходів. Інформ. лист. № 673-2019. Київ: МОЗ України Український центр наукової медичної інформації та патентно-ліцензійної роботи, від 12.03.2019. 2019. - 4 с.
5. Базова установа, що проводить впровадження: кафедра загальної гігієни та екології Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського.
6. Терміни впровадження: 01.02.2020-01.09.2020 рр.
7. Форма впровадження: у навчальний процес студентів спеціальностей «Медицина», «Стоматологія», «Фармація» під час викладання дисципліни «Гігієна та екологія».
8. Ефективність впровадження: покращення підготовки студентів із актуальних питань вдосконалення поводження з твердими побутовими відходами, що містять полімери.
9. Зауваження та рекомендації: немає.

Відповідальний за впровадження
 Завідувач кафедри загальної гігієни та екології,
 д.м.н, професор



М. О. Кашуба