

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА “ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ’Я
ім. О. М. МАРЗЄЄВА”**

МАЛИШЕВСЬКА ОЛЬГА СТЕПАНІВНА



УДК 613.6.027: 613.64

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

14.02.01 – гігієна та професійна патологія

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному медичному університеті МОЗ України.

Науковий консультант:

доктор медичних наук, професор **Гаркавий Сергій Іванович**, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця МОЗ України, завідувач кафедри гігієни та екології № 3.

Офіційні опоненти:

- доктор біологічних наук, старший науковий співробітник **Леоненко Ольга Броніславівна**, ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН України», провідний науковий співробітник лабораторії медико-біологічних критеріїв професійних впливів та гігієни праці у зварювальному виробництві
- доктор медичних наук, професор **Шевченко Олександр Анатолійович**, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», завідувач кафедри гігієни та екології
- доктор медичних наук, професор **Щербань Микола Гаврилович**, Харківський національний медичний університет МОЗ України, старший науковий співробітник наукового відділу

Захист відбудеться “_____” _____ 2021 р. о _____ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.604.01 Державної установи “Інститут громадського здоров’я ім. О. М. Марзєєва НАМН України” за адресою: 02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державної установи “Інститут громадського здоров’я ім. О. М. Марзєєва НАМН України” за адресою: 02094, м. Київ, вул. Попудренка, 50.

Автореферат розісланий “_____” _____ 2021 р.

**Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор біологічних наук**

О. М. Литвиченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В Україні за останні 28 років частка полімерів у твердих побутових відходах зросла з 1,7 % до 9,16 % 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 (Станкевич В.В., Брезницька Д.М., Гушук І.В., 2018).

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. 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 (Сердюк А.М., Махнюк В.М., Гаркавий С.І., 2019). 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.

Актуальність вирішення проблеми переробки відходів полімерів зумовлена як значною еколого-гігієнічною небезпечкою потрапляння таких відходів до біосфери, так і значним економічним ефектом, який доводять наступні факти: більшість полімерних виробів у довіччій 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 (Амінова Г. Ф., 2013, Вамболь С. О., Вамболь В. В., 2013).

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., 2013, 2014., Вамболь С. О., Вамболь В. В., 2013, Сергета І.В., 2017, Гушук І.В. 2019, Сердюк А.М., Гаркавий С. І., 2010, 2017, 2019, Горох Н. П., 2011, Дмитруха Н. М., 2009, Нейко Є. М., Ерстенюк Г. М., 2003, Клінков О. С., 2005, 2007, Леоненко О.Б. 2017, Мізюк М. І. 2017, 2019, Мікульонок І. В. 2001, 2007, 2014, Самойлік М. С., Молчанова А.В., 2017, Мокієнко А. В., 2014, 2015, Мудрий І. В. 2002, 2013, Прокопов В. О., 2012, Слабий В. Г., 2011, Станкевич В. В., Костенко А. І. 2005, 2018, Леоненко О.Б. Тетеньова І. О. 2017, 2019, Трахтенберг І. М., Дмитруха Н. М., 2004, 2005, 2015, Шевченко О. А., 2009, 2016., Щербань М.Г., 2010).

Механічну переробку полімерних відходів визнано, науковцями світу, найбільш безпечним, екологічним, гігієнічним, мало витратним, у матеріальному та ресурсному плані, шляхом переробки полімерів (Амінова Г. Ф., 2013., Вамболь С. О., Вамболь В. В., 2013, Клінков О. С., 2005, 2007, Мізюк М. І. 2017, 2019, Мікульонок І. В. 2001, 2007, 2014, Слабий В. Г., Кривошей В. М., 2011). Але продукти такої переробки мало застосовуються, у зв'язку із інертністю поверхні полімерного матеріалу, а отже і відсутністю зчеплення продуктів переробки із композиціями у які їх можна додавати в якості наповнювача (Амінова Г. Ф., 2013, 2014., Клінков О. С., 2005, 2007, Мікульонок І. В. 2014.). Отже, доцільно акцентувати увагу на розробці напрямку механічної переробки

полімерних відходів, 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 (Вамболь С. О., 2013, Горох Н. П., 2011, Нейко Є. М., Ерстенюк Г. М., 2003, Леоненко О. Б. 2017, Шевченко О. А. 2011, 2016, Щербань М. Г. 2010, 2015). Зокрема диоксини і фурани, 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 (Леоненко О. Б. 2017, Самойлік М. С., Молчанова А.В., 2017, Трахтенберг І. М., Дмитруха Н. М., 2004, Шевченко О. А. 2011, 2016, Щербань М. Г. 2010, 2015). Перспективною є розробка напрямку механічного активування поверхні перероблених полімерів, з метою покращення зчеплення з компонентами сумішей у які їх можна додавати (Амінова Г. Ф., 2013, 2014., Мікульонок І. В. 2014).

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 (Амінова Г. Ф., 2013, 2014., Мікульонок І. В. 2014, Мантія Ф. Ла., 2006, Мандзюк І. А., 2006, Міхно І. С., 2018, Hopewell J., 2009, Banthia N., 2001, Czarneski L., 2003, Lei Gu, 2016, Pešić N., Živanović S., 2016, Yuan W., 2019). Це зменшить обсяги відходів на полігонах і звалищах, заощадить вуглецеву сировину, знизить рівень і масштаби забруднення біосфери екоотоксикантами. На даному етапі найбільш екологічно безпечними та економічно привабливими є методи механічної переробки, котрі виключають деструкцію полімерів (Амінова Г. Ф., 2013, 2014., Мікульонок І. В. 2014, Мантія Ф. Ла., 2006, Мандзюк І. А., 2006, Міхно І. С., 2018, Dorger, S., 2019, Hopewell J., 2009, Banthia N., 2001, Lei G., 2016).

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 і гігієнічні умови проживання населення; отримати екологічно безпечні, конкурентні продукти, який 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, грантами. 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»; 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 є складовою частиною 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)¹, де пошукач була відповідальним виконавцем.

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

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

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

2. Науково обґрунтувати гігієнічні критерії розміщення виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини без та зі стадією механічної активації та визначити розмір СЗЗ на сельбищних територіях.

3. Установити ступінь 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 гігієнічну небезпеку відходів та продуктів механічної переробки вторинних полімерів без та зі стадією механічної активації на компоненти біосфери.

5. Провести експериментальні дослідження 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. Оцінити властивості продуктів механічної переробки, зі стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини 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 санітарно-гігієнічні, екологічні вимоги та імплементацію вимог директив ЄС.

¹ Автор висловлює глибоку вдячність науковому керівнику вказаної науково-дослідної роботи професору, д.м.н., Мізюку М. І. за консультативну допомогу під час виконання окремих фрагментів роботи.

9. Науково обґрунтувати концептуальні підходи до вдосконалення еколого-гігієнічної складової нормативно-правової бази щодо поводження з полімерами, котрі містяться в ТПВ із врахуванням вимог міжнародного та європейського законодавства.

Об'єкт дослідження: система оцінок 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 та відходів механічної переробки вторинних полімерів вилучених із ТПВ; показники 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 законодавство 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 оцінка умов праці операторів механічної переробки вторинних полімерів; інструментальний та медико-статистичний з використанням пакетів прикладних програм StatSoft STATISTICA (v.6.0), Excel.

Наукова новизна. У результаті проведення досліджень уперше:

- 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 продуктом, 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 межі їх СЗЗ на сельбищних територіях;
- оцінено ризики розвитку несприятливих ефектів у здоров'ї населення внаслідок забруднення атмосферного повітря виробництвами механічної переробки вторинної полімерної сировини без та зі стадією механічної активації для здоров'я населення залежно від їх місць розташування;
- проведено комплексну гігієнічну оцінку небезпеки продукції та відходів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, котра вилучена 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;
- розроблено структуру гнучкої виробничої системи поводження з полімерами вилученими з ТПВ, яка розділена за функціонально-цільовою ознакою і забезпечена автономністю та незалежністю функціонування;

- підтверджено безпеку й ефективність використання механічно перероблених полімерів для вилучення нафти з поверхні води та водо-нафтових сумішей, встановлено збільшення нафтовилучення в середовищі рослинних ПАР;
- встановлено покращення властивостей композицій із механічно переробленими та активованими продуктами із вторинної полімерної сировини на поверхню яких нанесено ПАР.
- науково обґрунтовано впровадження проєвропейських концептуальних підходів в Україні, для вдосконалення сфери 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 отриманих результатів. Практична цінність результатів досліджень полягає в тому, що наукові положення дисертації використано як методичну основу для розробки важливих практичних завдань у галузі охорони довкілля та сфері гігієни поводження з полімерами, котрі входять до складу ТПВ. Поставлені завдання та отримані результати досліджень спрямовані на зменшення екологічного ризику в сфері поводження з полімерами, котрі входять до складу ТПВ, зменшення антропогенного навантаження на компоненти біосфери, покращення еколого-гігієнічних умов проживання та збереження здоров'я населення:

1. Одержано патенти України на винахід № 110282-2015 «Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленететрафталату (ПЕТФ)», № 121791-2020 «Пристрій для подрібнення пластикових пляшок», № 121910-2020 «Пристрій для подрібнення пластикових пляшок на фрагменти заданих розмірів», № 123124 «Циклон-фільтр для очищення газів або рідин», № 123509 «Пристрій для механічної активації поверхні подрібнених полімерних матеріалів» і патенти на корисні моделі № 130090-2018 «Пристрій для подрібнення пляшок із пластика», моделі № 94992-2014 «Спосіб переробки відходів пляшок із ПЕТФ», № 67391-2015 «Спосіб прогнозування розповсюдження забруднюючих речовин по каналах гідродинамічного зв'язку», № 96751-2015 «Спосіб прогнозування тривимірного розповсюдження забруднюючих речовин у водоносному горизонті».

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); № 89355 «Розрахунок температурних полів у багат шарових плоских, циліндричних і сферичних тілах з розподіленими та зосередженими джерелами тепла» (Київ, Укрпатент, 2019).

5. Матеріали досліджень використані під час підготовки 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 навчально-методичних посібників: «Методики санітарної експертизи харчових продуктів та гігієнічної оцінки харчування населення» (Ів.-Франківськ, 2019), Використання лабораторного обладнання навчально-практичного центру для гігієнічних досліджень» (Ів.-Франківськ, 2019), «Тестові завдання і ситуаційні задачі з охорони праці в медичній галузі» (Київ, 2019), «Гігієна праці особового складу Збройних Сил України» (Ів.-Франківськ, 2019), «Збірник тестових завдань і задач з дисципліни «Охорона праці в медичній галузі»» (Ів.-Франківськ, 2019).

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

7. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес кафедр: гігієни, екології та охорони праці «Дніпровська медична академія», 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 № 2 Харківського національного медичного університету, загальної гігієни з екологією, гігієни та профілактичної токсикології Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького, гігієни та екології Буковинського державного медичного університету.

Особистий внесок здобувача. Здобувач самостійно провела патентно-інформаційний пошук, аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури за темою дисертації, виконала розробку основних теоретичних і практичних положень роботи, сформулювала мету та завдання дослідження, опанувала методики, необхідні для реалізації завдань дисертаційної роботи, в повному обсязі виконала експериментальні лабораторні та натурні дослідження. Дисертант самостійно провела обробку й аналіз отриманих результатів, оформила їх у вигляді таблиць, блок-схем, графіків і діаграм, що дозволило розробити гігієнічні вимоги до процесу переробки полімерних побутових відходів механічним методом, оптимізувати умови праці операторів механічної переробки полімерних відходів, сформулювала висновки та практичні рекомендації дисертації. Здобувач спільно з науковим консультантом окреслила проблематику та концепцію дослідження, обрала стратегічні напрямки виконаного дисертаційного дослідження. У дисертаційній роботі не було використано результатів та ідей співавторів публікацій. Особистий внесок здобувача становить понад 80 % від загального обсягу роботи.

Апробація матеріалів 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» (Дніпро, 2010); VIII Міжнародній науково-технічній конференції "Еколого-економічні проблеми Карпатського євро регіону «ЕЕПКЄ-2011» (Ів.-Франківськ, 2011); науково-практичній конференції «Наука і освіта XXI століття» (Ів.-Франківськ, 2012); обласній науково-практичній конференції «Інтелектуальний продукт вчених і винахідників Прикарпаття» (Ів.-Франківськ, 2015, 2018); Міжнародній конференції «Інновації в медицині» (Ів.-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" (Ів.-Франківськ, 2017); науково-практичній конференції «Вплив довкілля Прикарпаття на перебіг фізіологічних процесів» (Ів.-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); VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивні технології у машинобудуванні PTME-2019» (Яремче, 2019); III international scientific-technical conference (Kielce, Poland, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Довкілля і здоров'я», (Тернопіль, 2019); Научно-практический симпозиум «Инновационная 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», (Ів.-Франківськ, 2020).

Публікації. За матеріалами наукової роботи опубліковано 80 наукова праця, 31 статті, із них: 14 – у наукових фахових виданнях України, 6 – що входять до міжнародних наукометричних баз, 11 – в інших періодичних виданнях, 28 тез конференцій, видано 3 монографії, отримано 6 патентів України на винаходи та 3 на корисні моделі, 1 інформаційний лист, 3 авторські свідоцтва, 4 навчальні посібники та 1 збірник тестових завдань.

Обсяг та структура дисертації. Дисертація робота викладена на 524 сторінках друкованого тексту (основний обсяг становить 327 сторінок), складається з анотації, списку публікацій здобувача, змісту, переліку умовних позначень, вступу, десяти розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел, тринадцяти додатків. Робота ілюстрована 42 таблицями, 94 рисунками. Список використаних джерел включає 574 бібліографічні описи, з них 373 – кирилицею, 201 – латиною.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, вказано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, мету та завдання, об'єкт і предмет

дослідження, викладено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію наукових розробок, публікації результатів дисертаційної роботи, обсяг і структуру дисертації.

Розділ 1 присвячено аналізу літературних джерел з проблем еколого-гігієнічної та медико-біологічної оцінки антропогенного навантаження, викликаного технологіями переробки вторинної полімерної сировини вилученої з ТПВ, на основні компоненти природного навколишнього середовища та здоров'я населення. Він включає огляд літератури еколого-гігієнічної характеристики та санітарно-епідеміологічної безпеки основних шляхів поводження з вторинними полімерними вилученими з ТПВ. У розділі узагальнено дані вітчизняних і зарубіжних авторів, присвячені загальній характеристиці основних шляхів поводження з вторинними полімерами, а також висвітлено проблеми їх впровадження і застосування за сучасних умов. Встановлено, що найбільш екологічно безпечним та економічно вигідним є напрям механічної переробки відходів полімерів. Однак, отримані продукти (гранулят чи подрібнені шматки полімеру) є лише проміжним продуктом, непридатним до самостійного використання.

У **Розділі 2** представлено основні методи, матеріали, використані під час виконання дисертаційної роботи, які дозволили систематизовано, поетапно реалізувати мету й завдання проведеного наукового дослідження. Методична основа вибору перспективних напрямків роботи ґрунтується на положеннях Кодексів України «Про надра» (132/94-ВР), «Про адміністративні правопорушення» (80731-X); Законах України: «Про відходи» (187/98-В); «Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами» (1678- VII); «Про охорону навколишнього природного середовища» (1264-XII); «Про оцінку впливу на довкілля» (2059-VIII); «Про стратегічну екологічну оцінку» (2354-VIII); «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (4004-XII); «Про житлово-комунальні послуги» (2189-VIII); «Про благоустрій населених пунктів» (2807-IV); 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 полімери, безпечного для здоров'я людини та довкілля.

Робота виконана в науково-дослідних практичних центрах: кафедри гігієни та екології, біоелементології (свідоцтво про технічну компетентність №037/19 від 13.06.2019 р.), мікробіологічних досліджень (свідоцтво про технічну компетентність №037/19 від 17.11.2017 р.) Івано-Франківського національного медичного університету, науково-дослідній лабораторії науково-виробничої фірми «Екосонік-Вест» (свідоцтво про атестацію № 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 № 1 від 16.09.2020 року) порушень морально-етичних норм під час проведення науково-дослідної роботи не виявлено. Узагальнену інформацію про програмно-цільову організацію виконання досліджень наведено в табл. 1.

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.	
2. Оцінка санітарно-гігієнічної та біологічної безпеки продуктів та відходів механічної переробки вторинних полімерів із та без стадії механічної активації:	4730
- 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 орієнтовного водно-міграційного показника – 282 зразки 564 визн.	
3. Еколого-гігієнічна оцінка технології механічної переробки полімерних відходів із / без включення стадії механічної активації:	878
- 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; - 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.	
4. Дослідження та гігієнічна характеристика умов праці операторів механічної переробки вторинної полімерної сировини:	2033
- визначення: температури (160 вимір.), відносної вологості (80 вимір.) та 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.). - оцінка важкості (52 вимір.), та напруженості (72 вимір.), трудового процесу, хронометраж (120 вимір.), гігієнічна оцінка умов праці – 5 карт.	
5. Оцінка неканцерогенного ризику для здоров'я населення	724
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.).	1684
7. Комплексна оцінка композицій наповнених механічно переробленими полімерами:	5151
- визначення фізичних властивостей (4479 вим.), хімічний аналізу водорозчинних продуктів, що потрапляють у воду із полімерних композицій (670 вим.).	
8. Розробка структури гнучкої виробничої системи переробки полімерних відходів вилучених із ТПВ із врахуванням санітарно-гігієнічних і екологічних вимог та імплементація вимог директив ЄС:	198
- аналіз технологій поводження з полімерами вилученими з ТПВ: сортування – 4; спалювання - 57; розкладання - 15; механічна переробка - 35; розчинення - 14; термоформування - 26; отримання багатокомпонентних систем - 15; виробництво будівельних матеріалів - 36; виробництво дорожніх покриттів – 28.	

Досліджено склад полімерів у побутових відходах (на прикладі аналізу ТПВ м. Івано-Франківськ, м-н «Каскад»). Морфологічний склад ТПВ визначали згідно методичних рекомендацій затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 39 від 16.02.10 р. Встановлено, що найбільше серед полімерних відходів поліолефінів (від 50 % до 74 % за масою залежно від сезону), представлених поліетиленом (ПЕ) високої та низької щільності та поліпропіленом (ПП). Відходи полістиролу (ПС), вінілхлориду (ПВХ) та полієфіру (ПЕТФ), мають майже однакову масову долю у загальній масі відходів полімерів у ТПВ (від 8 % до 15 % за масою 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.

Вторинну полімерну сировину переробляли за технологією механічної переробки без та із механоактивацією згідно запатентованої методики (патент на винахід №110282 (UA)). Згідно методики полімери кожної групи, окремо, чи суміш (ПП-18%; ПЕ-ВТ 18%; ПЕ-НТ-25%; ПЕТФ-10%; ПВХ-19%; ПС-10%)мили в гарячій воді з додаванням каустичної соди, промивали і сушили. Потім подрібнювали на розміри частинок: 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 на винахід № 123509 (UA)). У результаті одержали волокнистий розшарований шорсткий матеріал у кількості $\geq 99,6$ % від маси перероблюваних полімерів. Відходи механічної активації -пилеподібна 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.

Для гігієнічної оцінки забруднення атмосфери сельбищних територій в зоні впливу підприємств механічної переробки полімерів проведено натурні дослідження фотометричним, і хроматографічним методами за методикою ГОСТ 12.1.016-79 та виконано розрахунки забруднюючих речовин (СО, NO₂, NO, СО₂, СН₄, НМЛОС, сажа, полімерний пил) згідно ОНД-86. Отримані дані, щодо встановлення меж СЗЗ узгоджено з ДСП 173-96.

Розрахунок рівнів неканцерогенного ризику для здоров'я населення від викидів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини виконано на основі методології оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розроблена та рекомендована Агентством США з охорони довкілля та ВООЗ та МР 2.2.12-142-2007/МОЗ України.

Дослідження гігієнічної небезпеки відходів та продуктів механічної переробки вторинних полімерів без та зі стадією механічної активації на компоненти біосфери включало: оцінку впливу на біологічну активність ґрунту за зміною мікробіологічних показників (чисельності грибів КУО/г) та реакції ґрунтової мікрофлори (сапротрофних ґрунтових бактерій КУО) проведено згідно МР 2609-82; оцінку токсичності методом біотестування на гідробіонтах *Daphnia magna* St. і *Paramecium caudatum* виконано за ДСТУ 4173:2003 (ISO 6341:1996) (гостра дія) та ДСТУ 4174:2003(ISO 10706:2000) (хронічна дія); оцінку токсичності фітотестуванням проведено на насінні крес-салату (*Lepidium sativum* L.), гірчиці (*Sinapis alba* L.), пшениці (*Triticum aestivum*), кукурудзи (*Zea mays* L.), сої (*Glycine* L.), ячменю(*Hordeum vulgare* L.) згідно ДСТУ EN ISO

16198:2017, МВВ 31-497058-015-2003, ДСТУ 4770.1:2007 - ДСТУ 4770.9:2007, ISO 17402-2008, ISO 17126-2005a, ISO 11269-1:2012a, ISO 11269-2:2012b, МВВ 081/12-0009-01, МВВ 081/12-0117-03, МВВ 081/12-0012-01, МВВ 081/12-0013-01; оцінку водно-міграційної небезпеки (ОВМПб і ОВМПв) проведено за СП 2.1.7.1386-03, підготовку проб проводили за ДСТУ 7534 – водна витяжка, МВВ 081/12- 0787-11 – рухомі форми, дослідження вмісту металів методом атомно-емісійної спектроскопії за ДСТУ ISO 11885:2005 та U.S. EPA Method 6010B.

Гігієнічна оцінка умов праці операторів механічної переробки полімерних побутових відходів із стадією механоактивації включала: оцінку параметрів мікроклімату (температура, вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність інфрачервоного випромінювання) провели за методикою ДСН 3.3.6.042-99; оцінку рівня освітлення виконали згідно ДБН В.2.5-28-2006; оцінку рівня шумового та вібраційного навантаження провели за ГОСТ 20445–75; оцінку хімічного забруднення повітря робочої зони виконали фотометричним, і хроматографічним методами за методикою ГОСТ 12.1.016-79; оцінку запиленості повітря робочої зони виконали гравіметричним методом згідно МВ 4436-87, дисперсійний аналіз пилу виконано на цифровому USB-мікроскопі; 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).

Дослідження властивостей композицій на основі продуктів механічної переробки вторинних полімерів та їх зміну під впливом ПАР, включало: оцінку стійкості до фізичних навантажень за EN 12390-(1-5): 2009 NEQ та ДСТУ Б В.2.7-214:2009; оцінку теплопровідності зондом за ДСТУ Б В.2.7-40-95; оцінку звукопоглинання акустичним методом за ДСТУ Б В.2.7-184:2009, EN 12354-3, EN ISO 11654:1997; оцінку стійкості в агресивних водних середовищах гравіметричним методом та методом титрування за СНіП 2.03.11-85. Склад продуктів корозії визначали за ДСТУ 4079-2001, кількість ПАР, що мігрувала зі зразків у водне середовище виконана на КФК – 2 за ДСТУ 7875-1:2012.

Оцінку сорбції нафти продуктами механічної переробки вторинної полімерної сировини в середовищі ПАР та без неї з поверхні води виконали гравіметричним методом за ASTM F: 726-12, МВВ № 081/12-0645-09, розчинених у воді нафтопродуктів - фотометричним методом за ГОСТ 17.1.4.01-80, МВВ № 081/12-0877-13.

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)). Всі дослідження, в дисертації, виконані власне автором або за його особистої участі.

У розділі 3 з аналізу даних, отриманих під час проведення натурних спостережень у межах впливу підприємств механічної переробки вторинної полімерної сировини без та із стадією механічної активації, встановлено очікуване розрахункове забруднення атмосферного повітря азоту діоксидом, вуглецю оксидом, пилом полімерним на відстанях 15, 25, 50 м від джерел забруднення (табл. 2).

Гігієнічна оцінка впливу виробництв механічної переробки вторинних

полімерів на атмосферне повітря показала, що обсяг річних валових викидів від їх джерел становитиме: для виробництв без стадії механічної активації – 0,150-0,261 т/рік (за середніх величин 0,871 т/рік), для виробництв зі стадією механічної активації – 0,097-0,205 т/рік (за середніх величин 0,423 т/рік).

Таблиця 2

Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу виробництва з переробки полімерної вторинної сировини механічним методом зі та без стадією механічної активації (за матеріалами натурних досліджень ДУ «Івано-Франківський лабораторний центр МОЗ України»)

Забруднюючі речовини	Розрахункові концентрації забруднюючих речовин в долях ГДК на різних відстанях від джерел викидів, (C _{min} -C _{max})/ M±m							
	Без стадії механоактивації				Зі стадією механоактивації			
	Викиди, т/рік мін.-макс. середн.	15 м	25 м	50 м	Викиди, т/рік мін.-макс. середн.	15 м	25 м	50 м
CO		<u>0,437-0,587</u> 0,497±0,06	<u>0,387-0,523</u> 0,460±0,57	<u>0,223-0,412</u> 0,309±0,07		<u>0,373-0,543</u> 0,444±0,063	<u>0,307-0,447</u> 0,377±0,051	<u>0,183-0,292</u> 0,236±0,038
NO ₂	<u>0,150-0,261</u> 0,871±0,027	<u>1,675-2,32</u> 1,82±0,35	<u>0,825-1,054</u> 0,919±0,09	<u>0,232-0,287</u> 0,254±0,02	<u>0,097-0,205</u> 0,423±0,0415	<u>1,325-1,525</u> 1,383±0,893	<u>0,413-0,724</u> 0,562±0,115	<u>0,214-0,242</u> 0,224±0,01
полімерний пил		<u>0,064-0,102</u> 0,085±0,001	<u>0,055-0,091</u> 0,071±0,001	<u>0,032-0,078</u> 0,041±0,006		<u>0,018-0,029</u> 0,023±0,004	<u>0,0153-0,027</u> 0,021±0,004	<u>0,013-0,025</u> 0,019±0,005

За результати 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 на межі нормативного санітарного розриву розміром 50 м в зоні впливу виробництв механічної переробки: без стадії механічної активації 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 і концентрації не перевищували відповідні гігієнічні нормативи. Рівень сумарного забруднення атмосферного повітря, 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 (табл. 3).

Максимальні концентрації специфічних забруднюючих речовин (азоту діоксиду, вуглецю оксиду, пилу полімерного) в атмосферному повітрі в районі розміщення виробництв із механічної переробки вторинних полімерів без 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 (рис. 1).

Проведеними дослідженнями доведено достатність нормативної санітарно захисної зони у 50 м для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини та обґрунтовано нову СЗЗ у 50 м для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації.

Забруднення атмосферного повітря на межі нормативної СЗЗ (50 м від основних джерел викидів) виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини без та зі стадією механічної активації (за матеріалами натурних досліджень Івано-Франківського обласного лабораторного центру МОЗ України)

Забруднюючі речовини	ГДК _с д. атм, 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
СО	3,0	4	<u>1,31-1,76</u> 0,437-0,587	<u>1,162-1,574</u> 0,387-0,523	<u>0,671-1,234</u> 0,223-0,413	<u>1,123-1,622</u> 0,373-0,54	<u>0,92-1,34</u> 0,307-0,447	<u>0,54-0,87</u> 0,183-0,294
NO ₂	0,04	2	<u>0,067-0,093</u> 1,675-2,325	<u>0,033-0,042</u> 0,825-1,054	<u>0,009-0,012</u> 0,23-0,294	<u>0,053-0,061</u> 1,325-1,525	<u>0,016-0,028</u> 0,423-0,734	<u>0,008-0,001</u> 0,213-0,244
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, ГДЗ			1,306	0,83	0,41	0,786	0,481	0,261

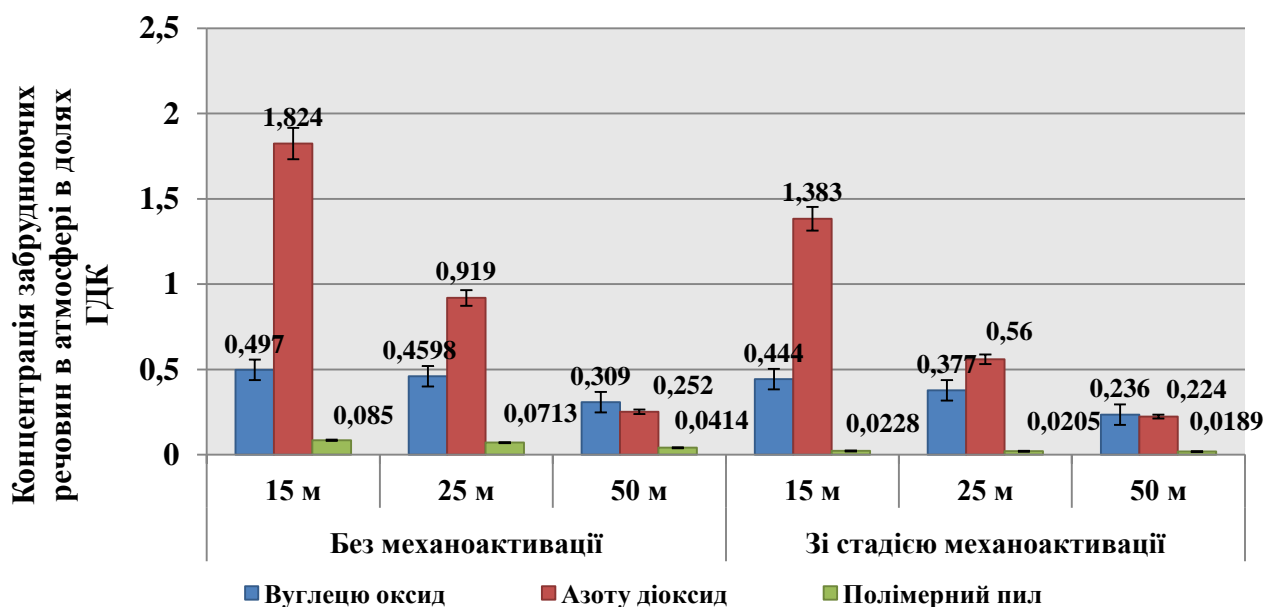


Рис. 1. Очікуване забруднення атмосферного повітря в зоні впливу виробництв механічної переробки вторинних полімерів без та зі стадією механічної активації

Однак, 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 з 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 діоксину азоту та на усіх відстанях для полімерного пилу й оксиду вуглецю, як допустимий (табл. 4).

Таблиця 4.

Коефіцієнти небезпеки забруднення атмосфери на різних в ідстанях від виробництв з механічної переробки полімерної вторинної сировини

Показники забруднення, ум. од.																	
Без стадії механоактивації									Зі стадією механоактивації								
Пил полімерний			Азоту діоксид			Вуглецю оксид			Пил полімерний			Азоту діоксид			Вуглецю оксид		
відстань від джерела викиду, м																	
15	25	50	15	25	50	15	25	50	15	25	50	15	25	50	15	25	50
Коефіцієнт небезпеки (HQ), ум.од.																	
1,53	1,37	0,74	2,33	1,05	0,29	0,59	0,52	0,41	0,44	0,41	0,38	1,525	0,7	0,24	0,54	0,45	0,29
Рівень ризику																	
насторожуючий	допустимий	насторожуючий	допустимий			допустимий			насторожуючий	допустимий							

Критичними органами, що зазнають найбільшого негативного впливу є органи дихання, очі, печінка, нирки, центральна нервова система (ЦНС), серцево-судинна система (ССС) та кров (табл. 5).

Таблиця 5

Індекси небезпеки впливу на окремі органи та системи організму людини досліджуваних речовин на різних відстанях від виробництва з механічної переробки полімерної вторинної сировини

Органи та системи організму людини	Без стадії механоактивації			Зі стадією механоактивації		
	відстань від джерела викиду, м					
	15	25	50	15	25	50
Індекси небезпеки (HI), ум.од						
органи дихання	3,855	2,42	1,03	1,965	1,11	0,62
очі	1,53	1,37	0,74	0,44	0,41	0,38
вади розвитку	0,59	0,52	0,41	0,54	0,45	0,29
ССС	0,59	0,52	0,41	0,54	0,45	0,29
ЦНС	0,59	0,52	0,41	0,54	0,45	0,29
кров	2,915	1,57	0,7	2,065	1,15	0,53

Із аналізу даних табл. 4 та 5, індекси небезпеки впливу досліджуваних сполук на органи та системи організму для виробництв 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. Індекси небезпеки для виробництв з 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.

У **Розділ 4** досліджено санітарно-гігієнічні та економічні аспекти розробленої технології переробки вторинних полімерів механічним методом із включенням стадії механоактивації. Прототип розробленої технології - механічний спосіб переробки полімерних відходів, який потребує значних матеріальних та енергетичних витрат і включає 11 операцій. Розроблена технологія містить 7 операцій і виключає з процесу переробки: сортування полімерів за кольором та типом; видалення корків і етикеток; флотажію; повторне подрібнення; промивку рис. 2.

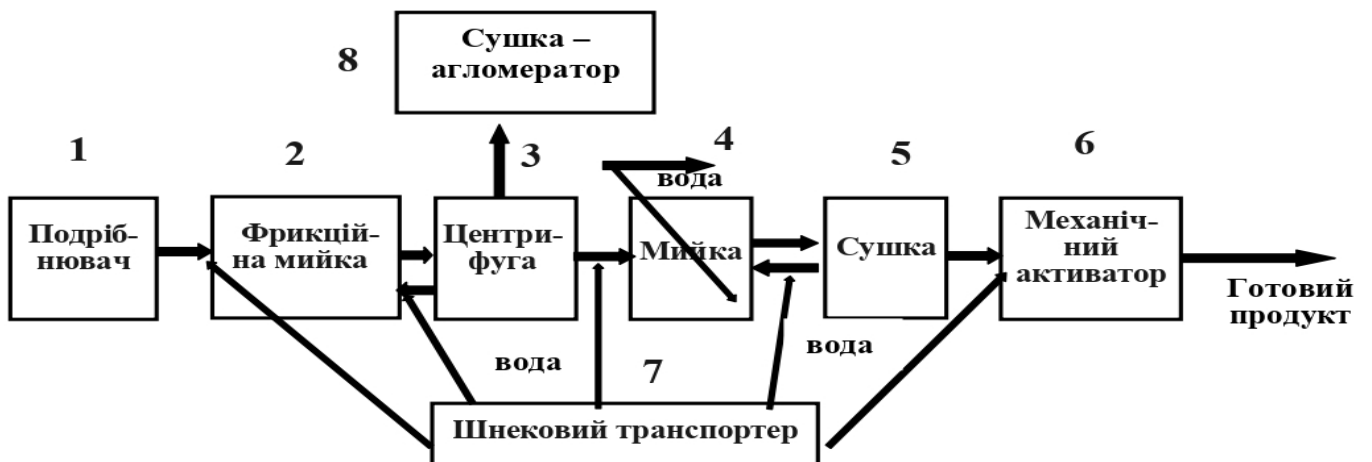


Рис. 2 – Схема технології механічного рециклінгу полімерних відходів зі стадією механоактивації.

Розроблена технологія на $21,8 \pm 4,6$ % менш енерговитратна та на $27,8 \pm 1,4$ % пришвидшує процес переробки, з одночасним зменшенням кількості на $51,44 \pm 8,05$ % газоподібних викидів і на $6,3 \pm 1,68$ % шламу, в порівнянні з традиційною механічною технологією переробки вторинних полімерів. Технологію впроваджено у виробничу діяльність ПНДП «ІНТТЕХ», ТЗОВ «Нафтогазтехнологія», ТЗОВ «Екосонік-Вест».

Пришвидження переробки полімерів досягнуто впровадженням розробленого пристрою для подрібнення сумішей полімерів на фрагменти заданих розмірів (рис. 3), 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.

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 механоактивації включає розроблений нами 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 (рис. 4).

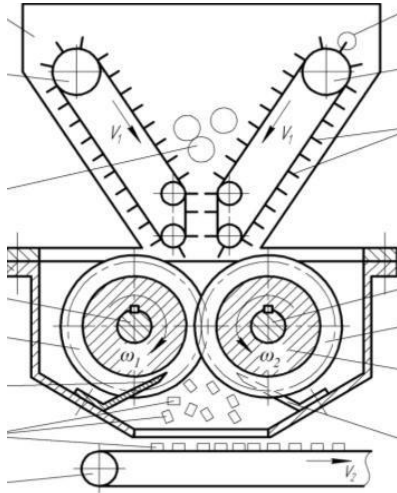


Рис. 3 – Пристрій для подрібнення полімерів на фрагменти заданих розмірів.

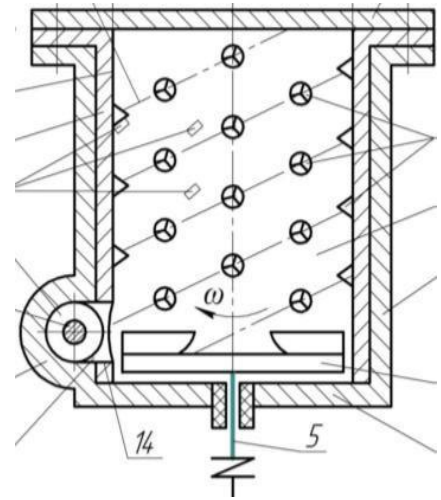


Рис. 4 – Пристрій механічної активації поверхні частинок полімерів.

Наступним кроком стало проведення комплексної гігієнічної оцінки небезпеки продукції та відходів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини, котра вилучена з ТПВ, без та зі стадією механічної активації, для навколишнього середовища (табл 6-8).

Узагальнюючи отримані дані (табл 6) 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. 7) 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 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. 8). 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; ОБМП хімічних речовин водних та буферних розчинів у воді та під час введення у ґрунт.

Біотестування продуктів технологій механічної переробки, без (А) / зі (Б) стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини

Оцінюваний показник		Назва досліджуваного зразка					
		ПЕТФ (А)/(Б)	ПП (А)/(Б)	ПЕ (А)/(Б)	ПВХ (А)/(Б)	ПС (А)/(Б)	суміш (А)/(Б)
Вплив на ґрунто- ві мікроміцети	Зменше- ння 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 сапро- трофних 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> <i>Straus</i> , % (за 96 год) R=10; R=1 (<50 - норма)		ПЕТФ (А)/(Б) 1000 г/дм ³	ПП (А)/(Б) 1000 г/дм ³	ПЕ (А)/(Б) 1000 г/дм ³	ПВХ (А)/(Б) 1000 г/дм ³	ПС (А)/(Б) 1000 г/дм ³	суміш (А)/(Б) 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</i> <i>caudatum</i> , Кт, (%) 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)/(Б) 100 г/кг	ПП (А)/(Б) 100 г/кг	ПЕ (А)/(Б) 100 г/кг	ПВХ (А)/(Б) 100 г/кг	ПС (А)/(Б) 100 г/кг	суміш (А)/(Б) 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, (%)		-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, (%)		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 (ОВМП _б), (< 10 - норма)		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 (ОВМП _б) в ґрунті, 1:10, (< 10 - норма)		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

Біотестування відходів технологій механічної переробки, без (А) / зі (Б) стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини

Оцінюваний показник		Назва досліджуваного зразка			
		шлам (А)/(Б)	шлам (А)/(Б) 1000 г/кг	шлам (А)/(Б) 500 г/кг	шлам (А)/ шлам (Б) 100 г/кг
Вплив на ґрунтові мікроміцети	Зменшення к-ті (на 7-му добу), %	19,38 / 12,75	4,08 / -1,02	1,02 / -3,06	-0,51 / -1,02
Вплив на сапротрофних бактерії		11,17 / 8,11	2,99 / 1,71	-1,71 / -2,99	-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 Straus</i> , % (за 96 год) (норма < 50%)		шлам (А)/(Б) 1000 г/дм ³	шлам (А)/(Б) 100 г/дм ³	шлам (А)/(Б) 10 г/дм ³	шлам (А)/(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> , Кт, (%) за 48 год (норма >50)		51 / 80	77,5 / 93	97 / 101	96 / 953
Клас небезпеки		4 / 4	4 / 4	4 / 4	4 / 4
Фітотестування - схожість, L. (%), <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)/(Б) 1000 г/кг	шлам (А)/(Б) 500 г/кг	шлам (А)/(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, (%)		-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, (%)		-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 ОВМПв та (ОВМП ₆) в ґрунті, (норма < 10)		2,95 (6,43) / 1,37 (4,42)			
Клас небезпеки		4 / 4			
Усереднені значення ОВМПв та (ОВМП 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 без (за 100 %) та зі стадією механічної активації, вторинної полімерної сировини

Оцінюваний показник		Назва зразка						
		ПЕТФ	ПП	ПЕ	ПВХ	ПС	суміш	шлам
Вплив на ґрунтові мікроміцети	Зменшення к-ті (на 7-му добу), %	-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 Straus</i> , (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)

У роботі 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). Як приклад на рис. 5 показано моделі впливу шламу виробництв механічної переробки вторинних полімерів без (А) та зі (Б) стадією механічної активації на ґрунтові мікроорганізми (рис. 5 а) та гідробіонти (рис. 5 б).

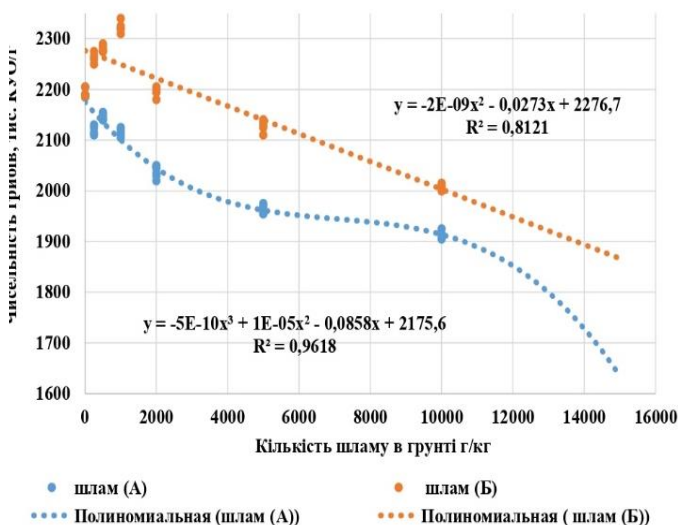


Рис. 5 а. Моделювання впливу концентрації шламу в ґрунті механічної переробки полімерів без (А) / зі (Б) стадією механічної активації на зміну кількості ґрунтових грибів.

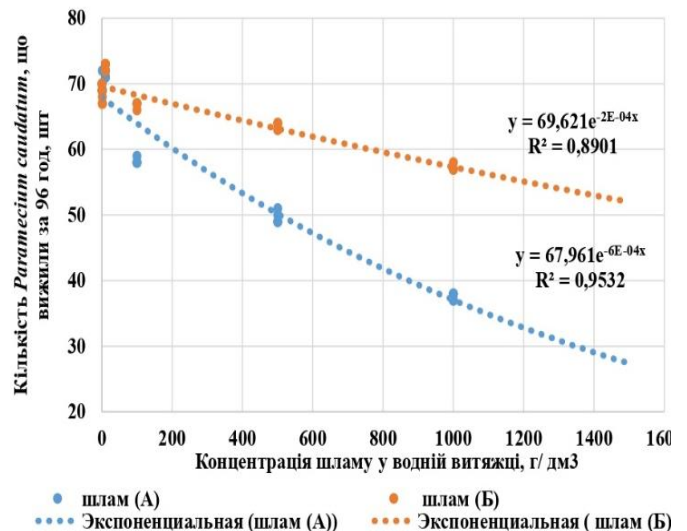


Рис. 5 б. Моделювання впливу концентрації шламу в водних витяжках механічної переробки полімерів без (А) / зі (Б) стадією механічної активації на зміну кількості інфузорій *Paramecium caudatum*.

Розділ 5 присвячено дослідженню та гігієнічній характеристиці умов праці операторів виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини. Встановлено, що умови праці операторів процесу переробки полімерів характеризуються комбінованим впливом на їх організм комплексу несприятливих виробничих чинників різнонаправленої дії. Основними з яких є: запиленість повітря полімерним пилом зі змішаним та нестабільним у часі складом, шум, охолоджувальний мікроклімат, важкість праці.

Гігієнічна оцінка забруднення повітря робочої зони хімічними речовинами встановила перевищення ГДКсз за пиловим навантаженням на організм від 1,35 рази до 1,74 рази на робочих місцях розбирача тюків, оператора подрібнення та оператора вивантаження-пакування (клас умов праці 3.1).

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 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 $11,7 \pm 7,4$ °C 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 умов праці операторів переробки полімерних відходів встановлено, що умови праці операторів процесу переробки 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 (табл. 9).

Таблиця 9

Гігієнічна оцінка умов праці операторів процесу переробки полімерів

Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Клас умов праці за ДержСНіП наказ МОЗ від 08.04.2014 № 248			
	Оператор вивантаження-пакування	Розбирач тюків, оператор подрібнення	Оператор технологічного процесу	Оператор автотранспортувача
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

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.

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

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.

Другий етап експериментальних досліджень – 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 пролімерами залежно від їх призначення:

- за стійкістю до фізичних навантажень – 1 частина цементу, 0,5 частини води, 3 частини наповнювача (пісок + перероблені полімерні) 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.

У розділі 7 оцінено безпеку й ефективність використання механічно перероблених полімерів для вилучення нафти з поверхні води та водо-нафтових сумішей. Оцінкою встановлено, що:

- нафтопоглинання полімерів за $t = 21$ °С 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, нафтовилученню від $34,8 \pm 2,1$ г/г до $36,4 \pm 1,8$ г/г за $t = 21$ °С;

Проведені дослідження показали, що перероблені полімери, володіють хорошим нафтопоглинанням і за знижених температур (рис. 6).

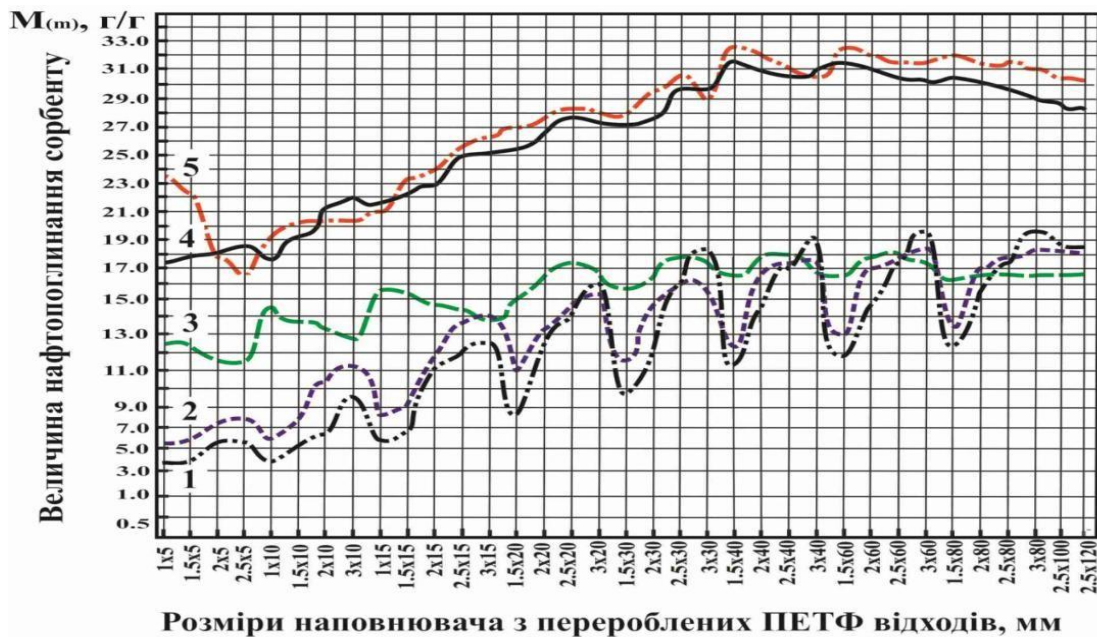


Рис. 6 – Зміна нафтовилучення із поверхні води сорбентами, отриманими із перероблених побутових відходів ПЕТФ із частинками різного розміру за різних температур: 1 – 0 °С; 2 – 5 °С; 3 – 15 °С; 4 – 21 °С; 5 – 25 °С.

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 подрібнення, 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 сумішшю ПЕ+ПП.

Отримані сорбенти, з перероблених полімерів, є значно ефективніші за будь-які природні сорбенти, що застосовують для уловлення нафти під час аварій.

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 $68,35 \pm 2,75$ %), для ПВХ - у 4,3 рази (на $74,9 \pm 1,27$ %), для ПП відходів у 3,8 рази (на $71,7 \pm 2,07$ %), для ПЕ відходів у 3,3 рази (на $68,4 \pm 2,13$ %) (рис. 6);

- нанесення на поверхню механічно активованих полімерів рослинного ПАР із Мильнянки збільшує кількість вилученої нафти із водо-нафтових сумішей: для ПЕТФ на $84,6 \pm 3,42$ % ($0,233 \pm 0,012$ мг/дм³), що в 1,15 рази нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення; для ПВХ на $87,1 \pm 3,16$ % ($0,218 \pm 0,008$ мг/дм³), що в 1,3 рази нижче ГДК; для ПП на $87,4 \pm 2,56$ % ($0,217 \pm 0,019$ мг/дм³), що в 1,25 рази нижче ГДК; для ПЕ на $85,15 \pm 3,72$ % ($0,242 \pm 0,027$ мг/дм³), що в 1,1 рази нижче ГДК (рис. 7).

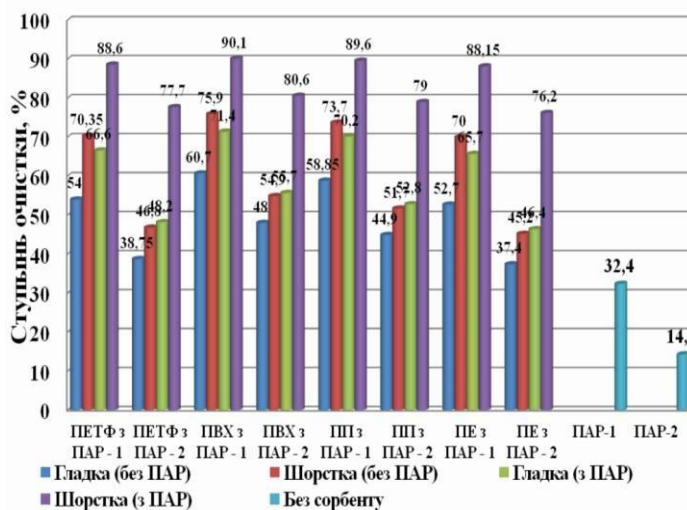


Рис. 6. Відсоток вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинних ПАР і типу поверхні полімеру

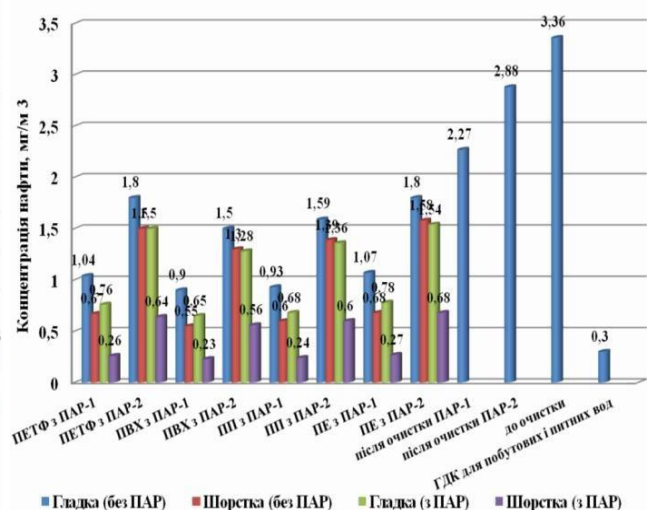


Рис. 7. Ступінь вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинних ПАР та типу поверхні полімеру

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 $30,4 \pm 1,84$ % нафти з сумішей. ПАР із Мильнянки лікарської є екологічно безпечним та достатньо ефективним диспергентом, тому її можна рекомендувати для інтенсифікації очищення забрудненої розчищеною нафтою води.

Нами сконструйована проста лабораторна установка, для флотаційного відділення нафти з водо-нафтових сумішей. Якщо флотація проходить у присутності рослинних ПАР із одночасним застосуванням сорбентів із механічно активованих полімерів, вкритих рослинною ПАР, то ефективність очистки сягає $89,1 \pm 1,47$ % (рис. 8).

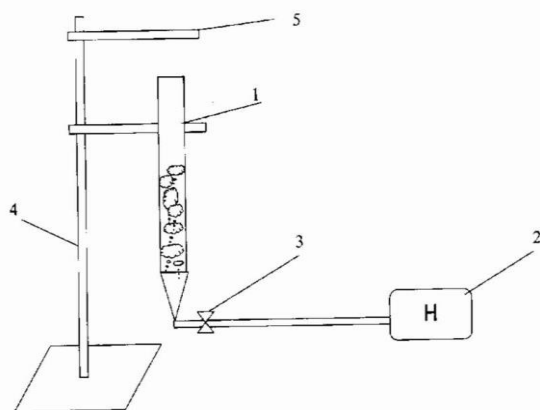


Рис. 8. Пристрій для видалення нафти з водо-нафтових сумішей. 1 – бюретка; 2 – насос; 3 – кран; 4 – штатив; 5 – штатив для підвішування зразків.

За ступенем очистки, фізико-хімічними властивостями та гігієнічними вимогами отримані сорбенти відповідають вимогам для фільтруючих наповнювачів. Отримані сорбенти можна рекомендувати для видалення розчинених нафто-продуктів із стічних вод, для наповнення технічних засобів для вловлення та видалення нафтопродуктів під час їх аварійних виливів чи скидів.

У розділі 8 виконано порівняльний аналіз національного законодавства у сфері поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, і встановлення його відповідності європейському. Аналізом встановлено, 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, що відповідає парадигмі поводження з відходами в ЄС.

На даному етапі законодавчо не врегульованими залишаються питання відходів упаковки та поводження з ними (Проект закону «Про упаковку та відходи упаковки» від 05.02.2016 № 4028 відкликано, 03.02.2020 р. подано новий, який проходить обговорення).

В Україні починаючи з 2012 року руйнувалася система поводження з відходами і на сьогодні її фактично знищено. 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.

Департаменти (управління) обласної держадміністрації зосереджені на поводженні з ТПВ, полігонами та незаконними звалищами, 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 небезпеки відходів.

Відсутня на законодавчому рівні методологія паспортизації та інвентаризації відходів. Державний класифікатор відходів ДК 005-96 не відповідає сучасним вимогам та не дозволяє якісно ідентифікувати відходи. Системний аналіз зібраної Мінприроди та Держстатом інформації первинного обліку відходів не проводиться.

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.

У розділі 9 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 від того, яким буде розподіл повноважень у цій сфері. В Україні повноваження у сфері управління відходами поділені між двома міністерствами – Міненергодокілля – увесь блок формування державної політики в сфері управління відходами, та Мінтергромад – побутові відходи.

Муніципальні відходи за визначенням Директиви ЄС «Про відходи» охоплюють відходи упаковки, електричного і електронного обладнання і інші небезпечні відходи – всі вони є небезпечними для довкілля і мають регулюватися за тими ж принципами як й інші відходи – органом, що формує політику у сфері охорони довкілля – Міненергодокіллям. Тому Мінєкоенергодокілля 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) та підтримано на Національному Форумі «Проводження з відходами в Україні» від 10.10.2020 року;

- із 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, що утворюються населенням». Дане 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, котрі реально можливо та доцільно використати в економіці країни з урахуванням соціального, екологічного, економічного, технологічного та нормативно-правового аспекту»;

- поділ на групи країн членів ЄС та СНД за результатами аналізу рівня розвитку їх системи поводження з ТПВ, до складу яких входять полімери (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 (рис. 9).



Рис. 9 – Структура гнучкої технологічної 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.

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 інформації про еколого-гігієнічні, економічні, соціальні і медичні наслідки накопичення полімерних відходів, а також про способи розв'язання цієї проблеми.

Розділ 10 «Аналіз та узагальнення результатів дослідження» проведено детальний аналіз та порівняння одержаних результатів між собою і з даними наукової літератури.

ВИСНОВКИ

На підставі проведених експериментальних комплексних, еколого-гігієнічних, санітарно-епідеміологічних досліджень сфери поводження з полімерами вилученими з ТПВ, як однієї з найбільш поширених, екологічно, гігієнічно та соціально важливої проблеми. Виявлено санітарно-гігієнічну, біологічну та соціально-економічну вагомість тягара даної проблеми на всі сфери суспільної діяльності. Доведено можливість вирішення проблеми поводження з вилученими полімерами за рахунок науково обґрунтованих концептуальних підходів до вдосконалення нормативно-правової бази з врахуванням передових методик і досвіду країн-членів ЄС та впровадження розробленої маловідходної технології механічної переробки вторинних полімерів із включенням стадії механічної активації. У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення і нове вирішення зазначеної проблеми шляхом введення отриманих продуктів механічної переробки вторинних полімерів: у будівельні композиції, в якості сорбенту для вилучення нафти з поверхні водотоків та розчиненої у воді промислових і міських стічних вод.

1. Встановлено, що найбільш екологічно безпечним та економічно привабливим є метод механічної переробки, котрий виключає деструкцію полімерів, а з нею негативний вплив полімерів на довкілля. Виявлено, що на ринку устаткування з переробки вторинних полімерів немає дешевих, високо-продуктивних, енергоощадних, малогабаритних та надійних пристроїв, якими необхідно оснастити пункти прийому та заготівлі вторинної полімерної сировини для зменшення її обсягів і попередньої підготовки до переробки.

2. Розроблено 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. Проведеними дослідженнями доведено достатність нормативної СЗЗ у 50 м для виробництв традиційної механічної переробки вторинної полімерної сировини та обґрунтовано нову СЗЗ для виробництв механічної переробки вторинної полімерної сировини зі стадією механічної активації розміром 50 м, яку може бути зменшено.

4. Встановлено, що на межі нормативної СЗЗ розміром 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 діоксину 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. Встановлено результатами проведеного комплексного біотестування, що досліджені продукти переробки вторинної полімерної сировини традиційної механічної переробки та розробленої технології зі стадією механічної активації, належать до 4 класу небезпеки, окрім продукції з ПВХ отриманої 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 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, що може викликати розвиток захворювань, пов'язаних із роботою. Розроблено комплекс заходів, спрямований на оптимізацію умов праці та запобігання розвитку професійних захворювань. Це покращило умови праці операторів вивантаження-пакування та автотранспорту 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 в залежності від виду переробленого полімеру, величини подрібнення та температури довкілля. Отримані результати є кращими за результати усіх відомих природних та отриманих із відходів нафтових сорбентів. Встановлено, 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 в водо-нафтові суміші рослинної ПАР із *Saponaria officinalis* та сорбентів із перероблених механічно активованих полімерів, поверхня яких вкрита цією ж ПАР, забезпечує ефективності 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. Очистка забезпечує залишкову концентрацію нафтопродуктів, яка в

1,3 рази нижча за ГДК нафти у воді питного та побутового призначення. 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 властивостей (на $99,47 \pm 0,22$), зменшено вагу готових виробів на $21,3 \pm 2,13\%$ без погіршення їх властивостей у порівнянні із контрольними. У жодному дослідженому зразку, що перебував у агресивних водних середовищах, не виявлено перевищення концентрації ПАР для води питного та побутового призначення. Розроблено оптимальні склади композицій із полімерами залежно від їх призначення.

9. Науково обґрунтовано впровадження проєвропейських концептуальних підходів в Україні, для вдосконалення сфери 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.

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.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ 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., Miziuk M., Myshchenko I. Malyshevskaya Polymer waste management – environmental safety strategy. *Security&Future*, 2017. Vol.3. 106 – 108. (постановка задачі, інформаційний пошук, 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, проведено дослідження в частині полімерних плівок, 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. 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.

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. Матеріали I міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених „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. Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції "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. Матеріали науково-практичної конференції «Наука і освіта XXI століття», Івано-Франківськ 24 травня, 2012. С. 57-62.

24. Малишевська О. С., Мельник О. Д. Переробка відходів ПЕТ-пляшок. Тези доповідей на обласну науково-практичну конференцію «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. Тези доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю «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. Тези доповідей XXV Всеукраїнської науково-практичної конференції «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. Тези доповідей на 4 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.-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. В 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., Miziuk 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., Роп'як 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 (чотирнадцяті Марзеєвські читання) "Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України", Вип. 18, Київ, 11-12 жовтня 2018 р. С. 310-312.

39. 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.

40. O. Malyshevska, M. Miziuk, I. Myshchenko, A. Kolganov, M. Pogorily, I. Tokar. (2018). 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 konferencji all-ukrainian scientific and practical conference with international participation "Poltava days of public health" may 25, 2018, Poltava, Ukraine. Vol. 3, P. 1.

41. Роп'як Л. Я., Малишевська О. С. Екологічні аспекти утилізації відпрацьованого електроліту для мікродугового оксидування. VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивні технології у машинобудуванні РТМЕ-2019» (Івано-Франківськ - Яремче, 4-8 лютого 2019 р. С. 208.

42. Olha Malyshevska., Andrii 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. С. 46-47.

43. 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.

44. Malyshevska 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.

45. Malyshevska 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.

46. 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* : матеріалом Національного форуму. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 54-59.

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

48. 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* : матеріалом Національного форуму. Івано-Франківськ, 8-10 вересня 2020 р. С. 34-37.

– в інших наукових виданнях:

49. 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.

50. 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.)

51. 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. (зроблена постановку задачі, проведено дослідження та їх аналіз.)

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

53. 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.)

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

55. 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. (Здобувачем зроблено постановку задачі, проведено дослідження їх аналіз та підготовлено матеріал до друку.)

56. 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.)*

57. Myshchenko I., Soloviov O., Malyshevska 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. *(обробила зібраний матеріал, узагальнила результати та написала висновки.)*

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

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

– **монографії:**

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

61. Y. Bاندازheuski, N. Dubovaya, V. Yekhalov, N. Khobotova, I. Liskevych, M. Pityk, Z. Sadova-Chuba, V. Reshetylo, R. Sabadosh, O. Malyshevska, 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>.

62. 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., Zarembo 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**

63. 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.)*

64. 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, знайдено аналог та прототип, написана формула винаходу.)*

65. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетре-фталату (ПЕТФ):

пат. 94992 Україна. МПК В29В 17/00. №u201406232; заявл. 05.06.2014; опубл. 10.12.2014. Бюл. №23. 6 с. *(проведено патентний пошук, знайдено аналог та прототип, написана формула винаходу.)*

66. Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленететре-фталату (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. *(проведено патентний пошук, знайдено аналог та прототип, написана формула винаходу.)*

67. Пристрій для подрібнення пластикових пляшок: пат. на винахід 121791 Україна. МПК В29В 17/00. № a20180548; заявл. 18.05.2018; опубл. 27.07.2020. Бюл. № 14. 6 с. *(проведено патентний пошук, знайдено прототип, написана формула винаходу.)*

68. Пристрій для подрібнення пластикових пляшок на фрагменти заданих розмірів : пат. 121910 Україна. МПК В29В. № a201806380; заявл. 07.06.2018; опубл. 10.08.2020. Бюл. № 15. 8 с. *(проведено патентний пошук, знайдено аналог та прототип, написана формула винаходу.)*

69. 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. *(проведено патентний пошук, знайдено аналог, написана формула винаходу.)*

70. Циклон-фільтр для очищення газів або рідин: пат. 123124 Україна. МПК В01D 50/00. № a201909830; заявл. 16.09.2019; опубл. 18.02.2021. Бюл. № 15. 8 с. *(проведено патентний пошук, знайдено прототип, написана формула винаходу.)*

71. 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.

–інформаційні листи та авторські свідоцтва

72. 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.

73. 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.

74. 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.

75. Малишевська О.С., Власій О.О., Тацій Р.М., Власій Б.О., Ропяк Л.Я., Витвицький В.С. Розрахунок температурних полів у багатошарових плоских, циліндричних і сферичних тілах з розподіленими та зосередженими джерелами тепла. Автор. свід. А.С. №89355, Київ: Укрпатент, 2019. – 28 с.

- навчальні посібники та збірники тестових завдань

76. 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.

77. 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.

78. 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.

79. 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.

80. 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.

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” (222 – Медицина). – Державна установа “Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України”, Київ, 2021.

У дисертаційній роботі узагальнено та науково обґрунтовано вирішення актуальної проблеми безпечного для здоров'я населення та компонентів довкілля поводження з твердими побутовими відходами, до складу яких входять полімери, за рахунок впровадження нових концептуальних підходів до вдосконалення нормативно-правової бази з врахуванням передових методик і досвіду країн-членів ЄС та впровадження розробленої екологічно безпечної технології механічної переробки вторинних полімерів із включенням стадії механічної активації. Дослідним шляхом встановлено межі санітарно захисної зони, індекс небезпеки та ступінь неканцерогенного впливу на здоров'я людини для процесу механічної переробки вторинних полімерів зі стадією механічної активації. Доведено перспективність використання продуктів переробки вторинних полімерів в якості наповнювачів у будівельні композиції для покращення їх властивостей, багаторазових безпечних сорбентів для вилучення нафти із поверхні води та водо-нафтових сумішей, а також у інших галузях народного господарства. Проведено комплексну санітарно-гігієнічну оцінку: біологічної безпеки відходів та продуктів механічної переробки вторинних полімерів за традиційною технологією та за розробленою, зі стадією механічної активації; умов праці операторів процесу механічної переробки вторинних полімерів та розроблено комплекс заходів, спрямований на оптимізацію умов праці. Розроблено структуру гнучкої виробничої системи поводження з побутовими відходами, що містять полімери, котра розділена за функціонально-цільовою ознакою і забезпечена автономністю та незалежністю функціонування.

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

АННОТАЦИЯ

Малышевская О. С. Научное обоснование гигиенических основ экологической безопасности процесса утилизации полимерных бытовых отходов для сохранения здоровья населения и охраны окружающей среды. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 14.02.01 – “Гигиена и профессиональная патология” (222 – Медицина).

– Государственное учреждение “Институт общественного здоровья им. А. Н. Марзеева НАМН Украины”, Киев, 2020.

В диссертационной работе обобщено и научно обоснованно решения актуальной проблемы безопасного для здоровья населения и компонентов окружающей среды обращения с твердыми бытовыми отходами, в состав которых входят полимеры. Проблема решена за счет внедрения новых концептуальных подходов к совершенствованию нормативно-правовой базы с учетом передовых методик и опыта стран-членов ЕС и внедрение разработанной экологически безопасной технологии механической переработки вторичных полимеров с включением стадии механической активации. Опытным путем установлено границы санитарно защитной зоны, индекс опасности и степень неканцерогенного влияния на здоровье человека для процесса механической переработки вторичных полимеров со стадией механической активации. Доказана перспективность использования продуктов переработки вторичных полимеров в качестве наполнителей в строительные композиции для улучшения их свойств, многократных безопасных сорбентов для извлечения нефти с поверхности воды и водо-нефтяных смесей, а также в других отраслях народного хозяйства. Проведена комплексная санитарно-гигиеническая оценка: биологической безопасности отходов и продуктов механической переработки вторичных полимеров за традиционной технологией и за разработанной, со стадией механической активации; условий труда операторов процесса механической переработки вторичных полимеров и разработан комплекс мероприятий, направленный на оптимизацию условий труда. Разработана структура гибкой производственной системы обращения с бытовыми отходами содержащими полимеры, которая разделена по функционально-целевому признаку и обеспечена автономностью и независимостью функционирования.

Ключевые слова: эколого-гигиеническая оценка отходов полимеров, отходы полимеров, переработка вторичных полимеров, биоиндикация, оценка фитотоксичности, неканцерогенных влияние, индекс опасности, сорбенты из отходов, управление отходами.

ANNOTATION

Malyshevska O. S. Scientific substantiation of hygienic bases of ecological safety of process of utilization of polymeric household waste for preservation of population health and environmental control. – Qualifying scientific work as manuscript.

Thesis for a degree of Doctor of Biological Sciences in specialty 14.02.01 – “Hygiene and Occupational Pathology” (222 – Medicine). – State Institution “O. M. Marsieiev Institute for Public Health, National Academy of Medical Sciences of Ukraine”, Kyiv, 2020.

In the dissertation, the new decision of an actual problem of management of solid household waste which includes polymers is generalized and scientifically substantiated.

The suggested way of management is safe both for the health of the population and components of the environment. Based on the comprehensive, experimental, ecological-hygienic, and sanitary-epidemiological researches conducted in the field of management of solid waste containing polymers, the weight of the burden on all spheres of public activity and the possibility of its reduction due to scientific conceptual approaches revealed. The last one is possible as a result of improving the legislative and regulatory framework, taking into account the best practices and experience of EU member states and the introduction of developed low-waste environmentally friendly technology of mechanical processing of polymer waste.

It has been scientifically substantiated and experimentally confirmed that filling of cement-sand compositions with mechanically processed polymers and surfactant application on their surface improves their ecological and hygienic properties. The possibility and efficiency of repeated use of sorbents from mechanically processed polymers for collecting oil from the water surface, at normal, elevated and reduced temperatures, removal of dissolved oil products from industrial and urban wastewater have been substantiated and confirmed. The process of intensification of flotation extraction of oil from water-oil mixtures by adding vegetable surfactants and mechanically processed polymers coated with them has been studied. The expediency of introducing new pro-European conceptual approaches to improving the management and treatment of solid waste, containing polymers, from radical changes on a national level to small, low-cost, gradual steps aimed to remodel public perceptions of waste management in Ukraine has been substantiated.

The study established the boundaries of the sanitary protection zone, the hazard index and the degree of non-carcinogenic effects on human health for the process of mechanical processing of secondary polymers with a stage of mechanical activation. The prospects of using products of secondary polymer processing as fillers in construction compositions to improve their properties, reusable safe sorbents for extraction of oil from the water surface and water-oil mixtures, as well as in other sectors of the economy have been proved. A comprehensive sanitary and hygienic assessment of: biological safety of waste and products of mechanical processing of secondary polymers by traditional technology and developed, with the stage of mechanical activation; working conditions of operators of the process of mechanical processing of secondary polymers and developed a set of measures aimed at optimizing working conditions.

It is found that the transportation and disposal of solid waste, containing polymers at landfills, has a significant impact on all components of the biosphere not only at the garbage dump but surrounding areas as well. All studied substances had concentrations, which significantly exceeded hygienic standards. The last one provokes the acute and chronic diseases of various forms and genesis in the population, living in the affected area. It is proved that the most promising for Ukraine is the European way of solid waste management. It means the development of mechanical recycling technologies as the most universal, simple, quickly implemented and environmentally friendly, excluding expensive high-tech equipment. The technology of mechanical processing of polymeric household waste which includes the stage of mechanical activation. The created technology reduces the energy and material resources needs in several times, while deepens and intensifies the recycling

process. It is established that the working conditions of employees, engaged in the process of recycling of mixed polymer waste, are characterized by a combined effect of a complex adverse production factors of different actions on the organism. The main ones are dustiness (predominance of polymer particles of mixed and unstable composition) in the working area, noise, cooling microclimate.

It is proved that the addition of mechanically activated polymer waste to cement- sand compositions, improves strength by 38.6 ± 3.42 %, corrosion resistance in water aggressive environments by 257 ± 5.42 %%, thermal insulation properties by 57.9 ± 4.21 % and sound insulation properties by 99.47 ± 0.22 % comparing to control samples without polymers.

It is established that the best sorbent qualities have mixtures of wastes PE + PP up to 36.7 ± 0.54 g / g with a filler size $(3.5 - 5.0) \times (60-100)$ mm. The oil absorption becomes better after the first cycle of regeneration (extraction) for sorbents, made from PET and PVC waste. PVC sorbents withstand up to 57 cycles of regeneration, giving away 83.4 ± 0.6 % or more of absorbed oil. The process of flotation extraction of oil from water-oil mixtures occurs in a standstills modified device. Simultaneous introduction of plant surfactants made from Milnyanka medicinal (*Saponaria officinalis L*) and a sorbent made from mechanically activated plastic waste, covered the same surfactant, into the water-oil mixture, provides the degree of efficiency from 85.15 ± 3.72 % (with PE sorbents) to 87.1 ± 3.16 %.

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

Підписано до друку 12.03.2020 р. Формат 60x90 1/16. Папір офсетний.
Умов. друк. арк. 1,83. Гарнітура Times New Roman.
Наклад 100 прим. Замовл. № 57.

Віддруковано з готового оригінал-макета у друкарні ПП Супрун В.П. Україна, 76014,
м. Івано-Франківськ, вул. Витвицького, 24/2 Свідоцтво про внесення суб'єкта
видавничої справи
До Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої
продукції сер. ІФ № 25 від 17.10.2005 р.