

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Леонід ПЛЯЦУК
(підпис)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього
середовища»
на тему:

ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРІВ

Здобувачки групи ТС-01 Мар'єнко Ніколь Миколаївни

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

_____ Ніколь МАР'ЄНКО
(підпис)

Керівник – доцент кафедри екології
та природозахисних технологій,
кандидат технічних наук,
доцент

_____ Дмитро ЛАЗНЕНКО
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студентові _____ Мар'єнко Ніколь Миколаївні

Група ТС-01

1. Тема кваліфікаційної роботи: Технології перероблення відходів полімерів
2. Вихідні дані: довідникові дані та дані з відкритих інформаційних джерел щодо полімерних відходів та управління полімерними відходами.
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: презентація.
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання – 03.04.2024 р.

Керівник

_____ доцент кафедри екології та природозахисних технологій,
кандидат технічних наук
доцент Лазненко Д.О.

АНОТАЦІЯ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 45 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 57 сторінок, у тому числі 2 таблиць, 4 рисунків, перелік джерел посилання 6 сторінок.

Мета роботи – розроблення комплексних рекомендацій щодо застосування технологічних рішень з перероблення відходів полімерів.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі завдання:

- аналіз джерел утворення та характеристик відходів полімерів;
- аналіз впливу відходів полімерів на навколишнє середовище;
- аналіз існуючих методів перероблення полімерних відходів;
- аналіз управління відходами полімерів в м. Суми;
- розроблення комплексних рекомендацій щодо застосування технологічних рішень з перероблення відходів полімерів м. Суми.

Об'єкт дослідження – полімерні відходи.

Предмет дослідження – перероблення полімерних відходів.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано особливості утворення полімерних відходів, їх властивості та технологічні аспекти перероблення. Розроблено рекомендації щодо технологічних рішень з перероблення полімерних відходів у м. Суми.

Ключові слова: УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ, ПОЛІМЕРНІ ВІДХОДИ, ПЕРЕРОБЛЕННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	7
1.1 Утворення та характеристика полімерних відходів.....	7
1.2 Вплив на довкілля, зумовлений полімерними відходами.....	19
1.3. Технологічні рішення з перероблення полімерів.....	21
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ ПОЛІМЕРНИМИ ВІДХОДАМИ В М. СУМИ.....	34
2.1. Існуючий стан системи управління полімерними відходами в м. Суми.....	34
2.2. Ринок відходів пластику в м. Суми.....	36
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ З МІСТА СУМИ.....	39
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	44
4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на об'єктах з оброблення полімерних відходів.....	44
4.2 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	47
ВИСНОВКИ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048				
				Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
Інв.№подл.	Розроб.	Мар'єнко			Технології перероблення відходів полімерів	Літ.	Аркуш	Аркушів
	Перев.	Лазненко					4	59
	Н.Контр	Батальцев				СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС-01		
	Затв.	Пляцук						

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із найбільш сильних наслідків людського фактору є утворення відходів, значне місце серед яких завдяки своїм унікальним властивостям займають полімерні відходи. Оскільки галузь промисловості та застосування полімерних матеріалів продовжує розширюватися, пошук ефективних методів утилізації полімерних відходів стає все більш актуальним. Сучасні полімерні матеріали (ПМ) на основі різних пластиків, еластомерів і волокон використовуються в сфері побутового споживання та широкому спектрі галузей економіки, включаючи медицину сферу, сільське господарство тощо. Ці матеріали повинні відповідати всім експлуатаційним вимогам протягом тривалого періоду без зміни своїх основних характеристик, що вимагає міцності з точки зору довговічності експлуатації.

Полімерні матеріали, термін служби яких закінчився, становлять значну проблему через їх погану біорозкладаність, що призводить до забруднення навколишнього середовища. Неконтрольоване спалювання полімерних відходів може призводити до викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря при горінні. Вкрай важливо прийняти більш стійкий підхід до управління полімерними відходами, розглядаючи їх як цінну вторинну сировину. Ця зміна у перспективі не тільки вирішує екологічні проблеми, але й пропонує вирішення економічних і соціальних проблем, пов'язаних із управлінням відходами. Визнаючи потенціал для повторного використання полімерних відходів як вторинної сировини, ми можемо прокласти шлях до більш стійкого та ресурсоефективного майбутнього, сприяючи циркулярній економіці, яка мінімізує утворення відходів і максимізує цінність, отриману з викинутих матеріалів.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510048

Арк

5

Мета роботи – розроблення комплексних рекомендацій щодо застосування технологічних рішень з перероблення відходів полімерів.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та виконано такі *завдання*:

- аналіз джерел утворення та характеристик відходів полімерів;
- аналіз впливу відходів полімерів на навколишнє середовище;
- аналіз існуючих методів перероблення полімерних відходів;
- аналіз управління відходами полімерів в м. Суми;
- розроблення комплексних рекомендацій щодо застосування

технологічних рішень з перероблення відходів полімерів м. Суми.

Об'єкт дослідження – полімерні відходи.

Предмет дослідження – перероблення полімерних відходів.

Методи дослідження. У дослідженні використано наукові та аналітичні методи, включаючи аналіз даних та порівняльний аналіз.

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048					Арк
										6
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Утворення та характеристика полімерних відходів

Споживання пластику зростає зі зростанням населення в усьому світі, що призводить до збільшення кількості пластикових відходів. Існують різні стратегії управління пластиковими відходами, однак поточний прогрес в управлінні не є стійким, і захоронення пластикових відходів все ще є найпоширенішою стратегією [36].

Виробництво пластмас є значним сектором світової економіки, який швидко розвивається. Зростання індустрії виробництва пластику можна пояснити декількома факторами, зокрема збільшенням попиту на вироби з пластику в різних секторах, таких як упаковка, автомобільна промисловість, будівництво, охорона здоров'я та електроніка. Зростання економік, що розвиваються, і урбанізація також сприяли розширенню ринку виробництва пластику. Очікується, що розмір ринку та темпи зростання галузі в найближчі роки продовжуватимуть збільшуватися [17].

Проблема відходів в Україні вирізняється особливою масштабністю і значимістю як внаслідок домінування в національній економіці ресурсоемних багатовідхідних технологій, так і через відсутність протягом тривалого часу адекватного реагування на її виклики. Значні масштаби ресурсокористування та енергетично-сировинна спеціалізація національної економіки разом із застарілою технологічною базою визначали і надалі визначають високі показники утворення та нагромадження відходів [9].

Висока функціональність і відносно низька вартість пластику призводять до того, що цей матеріал стає все більш повсюдним у побуті. У країнах Європейського Союзу від 80 до 85 % морського сміття, виміряного за кількістю пляжного сміття, становить пластик, причому одноразові пластикові вироби

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

ТС 20510048

Арк

7

Вип Арк № докум. Підп. Дата

становлять 50 %, а предмети, пов'язані з риболовлю, становлять 27 % від загальної кількості. Одноразові пластикові вироби охоплюють різноманітний асортимент широко використовуваних споживчих товарів, які викидаються після того, як вони були використані для цілей, для яких вони були надані, рідко переробляються та можуть стати сміттям. Значна частина знарядь лову, що надходять на ринок, не збирається для обробки. Тому одноразові пластикові вироби та знаряддя лову, що містять пластик, є особливо серйозною проблемою в контексті морського сміття, становлять серйозний ризик для морських екосистем, біорізноманіття та здоров'я людини та завдають шкоди таким видам діяльності, як туризм, рибальство та судноплавство [29].

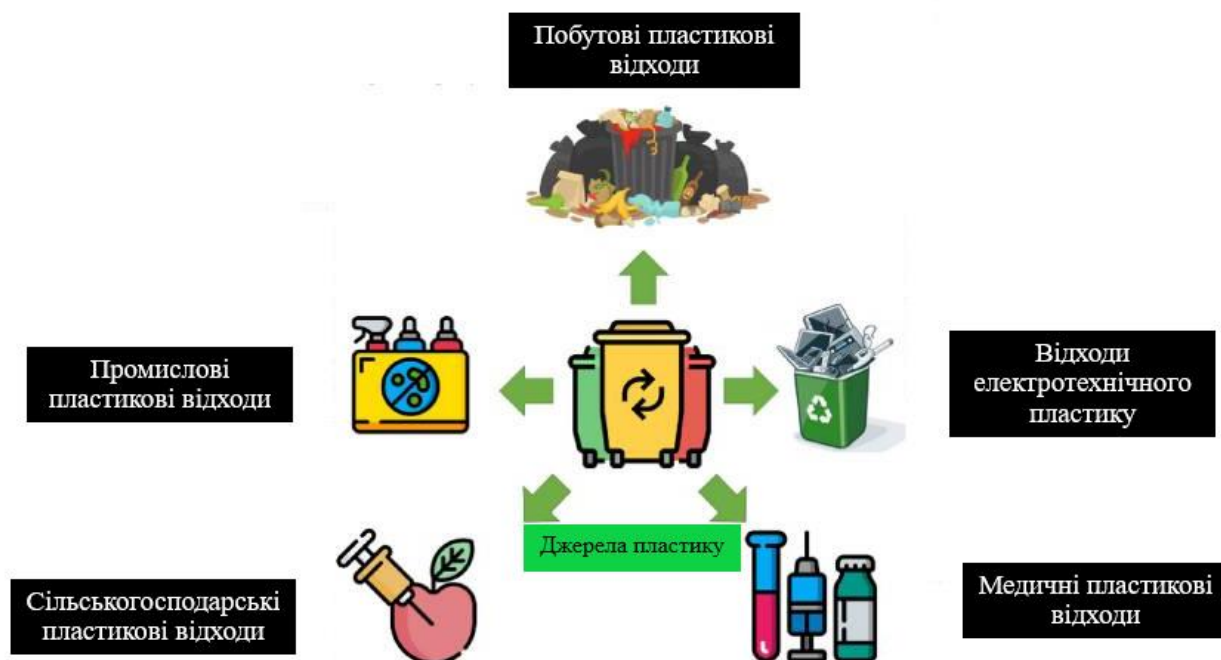


Рисунок 1.1 – Основні джерела утворення пластикових відходів [37]

Побутові пластикові відходи

Побутові відходи – це змішані та/або роздільно зібрані відходи від домогосподарств, а також змішані та/або роздільно зібрані відходи з інших джерел, якщо ці відходи подібні за своїм складом до відходів домогосподарств [5]. Серед інших компонентів побутові відходи у теперішній час містять пластик, зокрема:

- пластикові тара та пакувальні матеріали;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510048

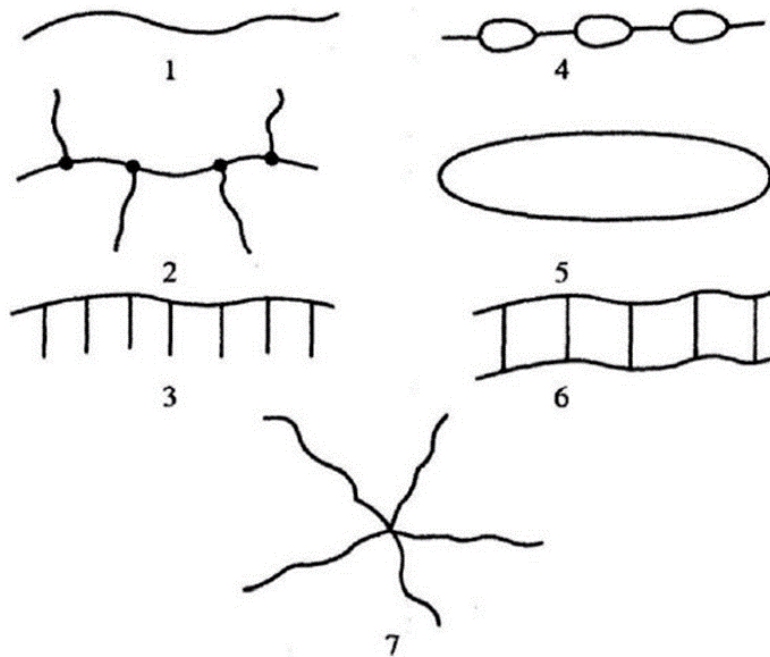


Рисунок 1.2 – Типи макромолекул полімерів: 1 – лінійна; 2 - розгалужена; 3 – гребенеподібна; 4 – циклоланцюгова; 5 – макроциклічна; 6 – драбиноподібна; 7 – радіальна (зіркоподібна) [7].

Лінійні полімери – це полімери, в яких елементарні ланки з’єднані в один ланцюг [7]. Вони розділяються на дві номенклатури: раціональну та систематичну. До раціональної номенклатури відносяться поліетилен, поліпропилен, поліізобутилен, полібутадиєн, полістерол, поліакрилонітрид, поліметилметакрилат, поліетилентерефталат, полі-ε-капролактан, полі-п-феніленізофталамід. До систематичної номенклатури входять такі полімери, як поліметилен, поліпропілен, полі-1,1-диметилетилен, полі-1-бутилен, полі-1-метил-бутилен, полі-1-фенілетилен, полі-1-ціаноетилен, полі-1-(метоксикарбоніл)-1-метилетилен, поліетоксиетилентерефталат, полііміно-(6-оксогексаметилен) і полі[іміно-(ізофталат)-1,4-амінофенілен].

Розгалужені полімери – це полімери, в яких є бічні відгалуження від основного ланцюга макромолекули. Розгалуженість полімеру сильно впливає на його фізичні властивості – зменшується кристалічність, полімери не здатні упаковуватись у кристалічні решітки. Бокові функціональні групи не є

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510048

Арк

17

- використання полімерних відходів у будівництві доріг;
- використання полімерних відходів у складі бетонних сумішей.

Екструзія

Екструзія є одним із важливих методів обробки пластмас, які використовуються сьогодні. Більшість пластикових матеріалів обробляються в екструдерах і зазвичай проходять через два або більше екструдерів на шляху від хімічного реактора до готового продукту [40].

Екструзійні лінії для переробки пластику — це спеціалізовані машини, які використовуються для перетворення пост-споживчих або пост-промислових пластикових відходів у матеріали, придатні для повторного використання [30].

Ці лінії є важливим компонентом заводів з переробки пластику та відіграють вирішальну роль у ефективній переробці та повторному використанні пластикових відходів.

Екструзія - це виробничий процес, який передбачає плавлення та формування безперервного профілю пластикових матеріалів. У контексті переробки пластику екструзійні лінії виконують такі етапи: спочатку пластикові відходи спочатку збирають, сортують і очищають від забруднень, таких як етикетки, клеї та бруд. Потім очищені пластикові відходи подаються в екструдер, який є машиною, яка використовує тепло та тиск для розплавлення пластику. Після розплавлення пластиковий матеріал продавлюється через фільтру, яка надає матеріалу бажаної форми. Це може призвести до різних форм, таких як пластикові гранули, листи або стрижні, залежно від вимог.

Для переробки пластику використовуються різні типи екструзійних ліній, кожна з яких підходить для певних завдань. Дві основні категорії – це одношнекова та двошнекова. Більш поширеною є одношнекова екструзія, при якій використовується один обертовий гвинт для транспортування, плавлення та формування пластикового матеріалу. Двошнекові екструдери мають два шнеки, які обертаються в тандемі. Вони більш універсальні.

Підп. і дата	
Інв. № добул.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № добул.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510048	Арк
						22

пластику, сприяючи зменшенню пластикових відходів і збереженню цінних ресурсів [31].

Виготовлення синтетичних волокон

Для виготовлення синтетичних волокон з полімерних відходів застосовують методи:

- традиційного прядіння волокна;
- електропрядіння;
- роздувного прядіння.

Традиційне прядіння волокна

Традиційно синтетичні волокна можна виготовляти з полімерних розплавів або розчинів. Прядіння з розплаву - це простий процес екструзії, придатний для термічно стійких полімерів. Формування з розчину застосовують для тих полімерів, які не піддаються плавленню. Його можна розділити на сухе прядіння (випаровування розчинника) і мокре прядіння (коагуляція у відповідній рідині). Безпосереднє прядіння полімерних відходів не завжди є простим. Це вимагає змішування з чистими непереробленими полімерами або додавання добавок, які покращать кінцеві властивості. Є пряме прядіння переробленого пластику та прядіння змішаних перероблених і первинних полімерів [42].

1. Пряме прядіння переробленого пластику

Пряма переробка полімерних відходів економічно вигідна, але отримані волокна можуть мати гірші властивості. Шин і Чейз отримали пінополістирол з упаковки хімічних пляшок без подальшого очищення. Волокна з діаметром менше мікрметра, корисні для розділення нафти та води, були виготовлені з відходів полістиролу, розчиненого в етилацетаті, за допомогою технології видування. Пляшки для пиття на основі ПЕТ були використані для виготовлення тонких волокон із середнім діаметром у діапазоні від 300 до 400 нм, тоді як більш тонкі перероблені нановолокна ПЕТ (100 нм) вже були отримані шляхом електропрядіння [42].

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510048

Арк

24

нанокомпозитах створює супергідрофільні поверхні. Для цього використовували полістерол з ресторану для виробництва волокон, що містять багатостінні вуглецеві нанотрубки (MWCNT) і наночастинки фериту NiZn. Ці наповнювачі підвищували теплопровідність, гідрофобність і шорсткість поверхні [42].

Крім прядіння з розплаву, як однієї з найпоширеніших технологій, також є альтернативні технології виробництва нано- та мікрОВОлокна, які добре відомі дослідникам, але не широко використовуються в промисловості [42].

Електропрядіння

Електропрядіння – це техніка виробництва тонких волокон із полімерних розчинів або розплавів, де волокна прядуть у сильному електричному полі. Крапля полімеру деформується у вершину (конус Тейлора) на фільєрі (шприці, піпетці, дроті, обертовому циліндрі) через це сильне електричне поле. Струмінь полімеру витягується, подовжується, а висушені волокна збираються на заземлений плоский або обертовий колектор. Процес показано на рисунку 1.3. На морфологію волокна впливають параметри, які можна умовно розділити на кілька основних груп: властивості полімеру (розчинність, молярна маса), властивості розчинника (температура кипіння, леткість), властивості розчину полімеру (концентрація, в'язкість, провідність), параметри процесу (застосовувані напруга, відстань від верхньої частини голки до колектора, швидкість потоку, діаметр голки або швидкість циліндра) і параметри навколишнього середовища (відносна вологість і температура). Останнім часом були розроблені різні модифікації техніки електроспінінгу, такі як непотрібне електроспінінг, багатоструменевий електроспінінг, бульбашковий електроспінінг, електроспінінг із циліндричною пористою порожнистою трубкою, електроспінінг з електропрядінням, коаксіальний та електроспінінг з інжекцією заряду. Електропрядіння має декілька переваг:

- його можна використовувати для більш ніж 200 різних полімерів;
- волокна можуть бути функціональні до, під час і після прядіння;

Підп. і дата	Підп. і дата	Інв. № докл.
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	

- низька вартість і комерційна доступність для промислового виробництва;
- волокнисті шари можна наносити на різні підкладки [42].

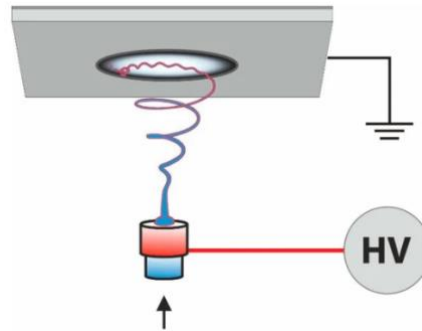


Рисунок 1.3 - Ескіз електропрядильного апарату [42]

Тим не менш, електроформування також має деякі обмеження:

- деякі полімери не мають відповідного розчинника;
- випаровування розчинника змінює поверхню волокна;
- у багатьох випадках використовувані розчинники є токсичними, і процес випаровування може бути тривалим;
- капіляр може забиватися;
- низька продуктивність звичайного голчастого електропрядіння. Однак цю проблему можна подолати, використовуючи систему з кількома соплами [42].

Метод роздувного прядіння

Прядіння з роздуванням з розчину стало швидкою та простою технікою виробництва волокон діаметром від нано-мікрометрів за допомогою газу під тиском для формування волокна. Цей процес вимагає розчину полімеру та газу під тиском, який обтікає, тому створені волокна осідають у напрямку потоку газу. Метод показано на рисунку 1.4. На формування волокон впливають властивості розчину, тоді як робочі параметри визначають волокнисту структуру. Основні параметри включають тип полімеру, розчинник, концентрацію розчину полімеру, робочу відстань (відстань від сопла до цілі) і тиск газу. Основними перевагами є:

- виробництво волокна в 10 разів швидше, ніж електропрядіння;

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510048

Арк

27

- не потребує високого електричного потенціалу та провідних мішеней;
- його можна використовувати для осадження волоконних каркасів «in situ» [42].

In situ (обробка на місці) — це техніка, за якої декілька процесів виконуються послідовно без впливу повітря на пластину між етапами процесу. Технологія також спрямована на мінімізацію обробки пластин, щоб зменшити кількість частинок [44].

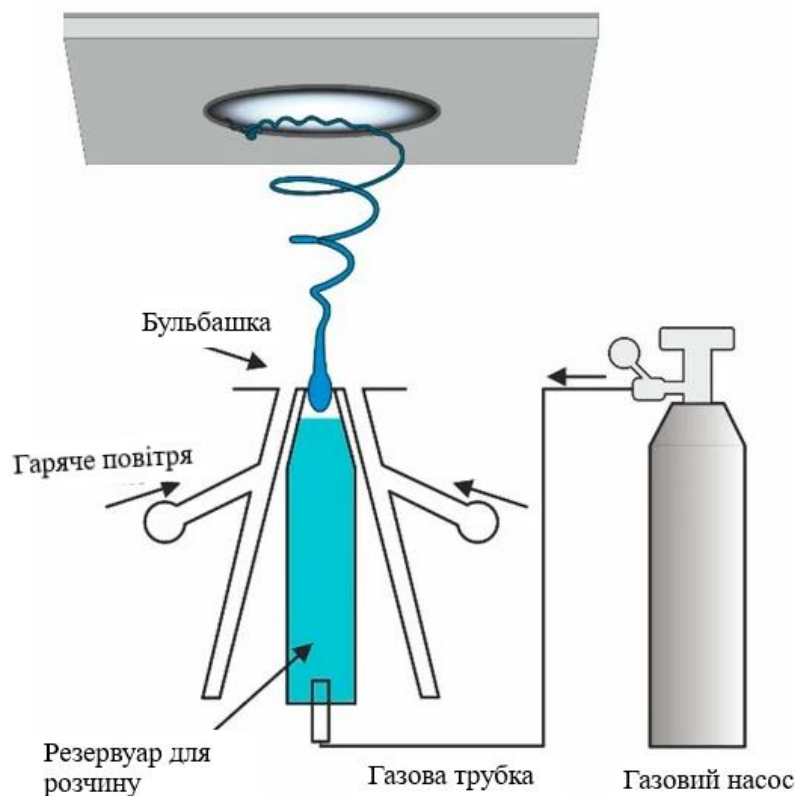


Рисунок 1.4 – Ескіз прядильного апарату з видуванням розчину [42]

Використання полімерних відходів у будівництві доріг

Дуже цікавою технологією відновлення полімерних відходів є їх використання у будівництві доріг. Це є одним із способів покращення якості дорожнього покриття та зниження впливу на довкілля. Переважна більшість доріг будується з використанням суміші бітуму (5-8 % мас.) і мінеральних наповнювачів. Однак характеристики дорожнього покриття визначаються

Інв. №подл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.
Підп. і дата	

властивостями бітуму, оскільки він утворює безперервну матрицю і є єдиним деформівним компонентом. Додавання натуральних або синтетичних полімерів до бітуму може покращити властивості тротуару в широкому діапазоні температур. Серед найпоширеніших полімерів: поліетилен, стирол-бутадієн, етилен-вінілацетат, етилен-пропілен-дієн, стирол-бутадієн-стирол та ін. Висока вартість цих полімерів у порівнянні з бітумом зумовлює привабливість комерційного використання модифікованих бітум лише тоді, коли кількість полімеру, необхідного для значного покращення характеристик тротуару, дуже мала. Цю проблему можна пом'якшити, використовуючи полімерні відходи, такі як поліетилен із сільськогосподарських відходів, кополімери ABS (ABS пластик - це термопластична удароміцна технічна смола, сополімер акрилонітрил-бутадієн-стирол) із корпусів комп'ютерів [34].

Полімерні відходи можуть бути додані до асфальтових сумішей для створення більш міцного та стійкого до зносу покриття. Це зменшує руйнування від температурних коливань та важкого транспорту, а також підвищує стійкість до води та хімічних речовин. Пластмасові відходи збирають, а потім відправляють на миття. Після чого із застосуванням газових пальників забезпечується їх гомогенне змішування з чистим бітумом для підготовки модифікованих асфальтних сумішей [45].

Пластмасові відходи можна використовувати в якості модифікаторів асфальту в різних формах. Існує два основних підходи, які використовуються для включення відходів пластику в асфальт: мокрий процес і сухий процес. Під час мокрого процесу пластикові відходи додають безпосередньо в асфальтове в'язуче при високих температурах, де потрібне механічне змішування для отримання однорідної суміші, модифікованої пластиком. Температура змішування та час змішування залежать від характеристик пластикових відходів та асфальтового в'язучого. У сухому процесі пластикові відходи додають безпосередньо до асфальтової суміші, або як часткову заміну заповнювача, або як модифікатор суміші. Коли додавання відходів пластику здійснюється за

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

						ТС 20510048	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			29

телефонного кабелю тощо. В Іспанії та інших західноєвропейських країнах для підвищення температури розм'якшеності та еластичності бітумів, що вміщують термопласти на основі поліетилену використовують більш дорогі термоеластоласти типу СБС. Професор Веренько А. А. з метою зниження вартості модифікованого бітуму досліджував можливість використання кондиційного термопласту на основі поліетилену для часткової заміни більш дорогого термоеластопласту. Замість 5 % термоеластопласту було запропоновано вводити у бітум 5 % суміші термоеластопласту та вторинного поліетилену у співвідношенні 1:3. При цьому висловлено думку, що ефект від суміщення в якому-небудь середовищі двох полімерів буде значно вищим, ніж цього можна очікувати за правилами сумішей. Це відбувається за рахунок утворення міжфазних переходів в шарах, які обумовлюють особливі властивості сумішей. У Білорусі також проводились дослідження з метою визначення доцільності використання порошкоподібних відходів переробки старих кабелів — суміші вторинного поліетилену та каучуків для модифікації асфальтобетонів. Асфальтобетон на основі бітуму, модифікованого 5 % та 7 % відходів, мав у 2 рази більшу міцність на стиск за температури 50 °С, ніж звичайний без зниження опору низькотемпературному розтріскуванню. При введенні відходу в кількості 1 % від маси мінеральної частини безпосередньо в асфальтобетонну суміш отримано збільшення міцності на стиск за температури 50 °С у 1,7 рази. Аналіз наведеної інформації свідчить про можливість зниження вартості модифікованих бітумів шляхом використання вторинного поліетилену [1].

Використання полімерних відходів у складі бетонної суміші

Не менш важливим методом відновлення полімерних відходів це їх використання у складі бетонної суміші, оскільки бетон широко використовується при будівництві.

Бетон є найбільш використовуваним будівельним матеріалом у світі, оскільки він має добре відомі переваги. Бетон — це проста суміш інгредієнтів,

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № доубл.	Підп. і дата	ТС 20510048				Арк
									31
Вип	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дата					

включаючи цемент, заповнювач (крупний і дрібний), воду та економічно міцніший і довговічніший порівняно з іншими будівельними матеріалами [39].

До полімерних відходів, що використовуються у виробництві бетону, відносяться відходи поліетилентерефталату, поліетилену, поліпропілену. Перероблений пластик, зазвичай використовується у виробництві бетону для підвищення стійкості [27].

Використання полімерних відходів у бетоні сприяє більш екологічному використанню ресурсів, оскільки це дозволяє зменшити кількість викинутого пластику, а також зменшити використання традиційних матеріалів у бетоні та зменшити витрати на його виробництво. Однак використовувати полімерні відходи у великих кількостях в бетоні не рекомендується через значну втрату міцності. Зазвичай коефіцієнт заміни 10–15% пластикових відходів може призвести до отримання матеріалу з прийнятними механічними властивостями [37]. Підвищений вміст повітря та нижча зв'язуюча здатність пластикових заповнювачів у бетоні є основними причинами зниження міцності. У зв'язку з цим проводяться додаткові дослідження довгострокової поведінки пластикових наповнювачів у бетоні та їх впливу на навколишнє середовище та термін служби. Також важливо правильно підібрати тип та кількість пластику, що додається до цементу, оскільки неправильне співвідношення може вплинути на якість та міцність кінцевого матеріалу. Ще треба врахувати можливість забруднення пластику непридатним для використання матеріалом, що може стати джерелом проблем при будівництві. Різні дослідники досліджували подальше використання пластикових відходів у будівництві, включаючи пластикові пляшки в бетонних блоках, цеглу з пластикових пляшок і пластикові волокна в бетоні [37].

Введення пластикових відходів негативно впливає на міцнісні властивості бетону. Ці перероблені пластикові наповнювачі, з іншого боку, мають потенціал для покращення різноманітних характеристик матеріалу та можуть бути використані у звукоізоляційних, тепло- та легких матеріалах. У конструкційних бетонних додатках, де застосовуються менші напруги і довговічність менш

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

						ТС 20510048	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			32

важлива, може використовуватися певна частка пластикових відходів. Гу та Озбаккалоглу повідомили, що пластикові відходи є кращим для виробництва легкого бетону. Крім того, завдяки кращим функціональним характеристикам бетон, що містить пластикові відходи, підходить для тепло- та звукоізоляції [37].

Інв.№подел.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048	Арк
						33
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

Для виконання встановлених цільових показників органи місцевого самоврядування повинні забезпечити належне збирання та рециклінг ресурсоцінних відходів, у тому числі полімерних.

Для аналізу обсягу очікуваного утворення полімерних відходів в м. Суми використовуємо усереднені дані морфологічного складу побутових відходів обласних міст України. Усереднення даних виконано за доступними даними дослідження морфологічного складу обласних міст України [28, 17, 6, 44].

Таблиця 2.1 - Узагальнені дані щодо морфологічного складу побутових відходів, % мас

Компонент відходів	Обласні міста		
	середнє	мін.	макс.
Папір, картон	7,0%	3,3%	11,8%
Композити- упаковка для рідких харчових продуктів (тетрапак)	3,2%	1,5%	6,2%
Метал	1,2%	0,6%	2,1%
Полімери, у т.ч.	9,8%	7,8%	15,2%
ПЕТ	3,4%	1,6%	7,9%
Скло	16,0%	7,5%	26,0%
Органічні відходи (харчові, рослинні)	39,9%	22,8%	50,9%
Небезпечні відходи	1,4%	0,7%	2,4%
Несортований залишок негорючий мінеральний (відсів, каміння)	7,1%	1,5%	14,7%
Інші	14,4%		
Усього	100,0%		

Очікується орієнтовне утворення полімерних відходів в м. Суми в обсязі від $78,8 \cdot 0,078 = 6,2$ тис. тонн на рік до $78,8 \cdot 0,152 = 12,0$ тис. тонн на рік.

В середньому: $78,8 \cdot 0,098 = 7,7$ тис. тонн на рік.

Очікується орієнтовне утворення відходів ПЕТ пляшок в м. Суми в обсязі від $78,8 \cdot 0,016 = 1,3$ тис. тонн на рік

Підп. і дата	
Інв. № добул.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № поодл.	

до $78,8 \cdot 0,079 = 6,3$ тис. тонн на рік.

В середньому: $78,8 \cdot 0,034 = 2,7$ тис. тонн на рік.

Збирання побутових відходів в м. Суми

На даний час в м. Суми діє планово-регулярна система санітарного очищення. Впроваджено роздільне збирання ТПВ в 3-и контейнери, а саме: 1-й контейнер для збору ПЕТ-пляшки (окремо перевозиться безпосередньо на об'єкт сортування та перероблення), 2-й контейнер для збору скла, паперу, пластику (типу «Дзвін»), 3-й контейнер для збору змішаних відходів, що захоронюються на полігоні ТПВ (стандартний пластиковий або металевий з кришкою, на колесах, об'єм = 1,1 м³).

Надавачами послуг зі збирання та перевезення побутових відходів в м. Суми є ТОВ «А-МУССОН» та ТОВ «СЕРВІСРЕСУРС».

Сортування побутових відходів в м. Суми

ТОВ «А-МУССОН» має об'єкт сортування побутових відходів потужністю 15 т/добу. На цьому об'єкті відбувається відсортування вивезених з контейнерних майданчиків компонентів ТПВ, які мають ресурсну цінність. Залишок від сортування видаляється на полігон ТПВ.

ТОВ «СЕРВІСРЕСУРС» здійснює сортування окремо зібраних відходів (контейнер типу «Сітка» та контейнер типу «Дзвін») з подальшою передачею на вторинну переробку. ТПВ змішані, з стандартного контейнеру, завантажуються ТОВ «СЕРВІСРЕСУРС» в сміттєвоз і вивозяться на полігон, без проміжного сортування чи інших операцій.

2.2. Ринок відходів пластику в м. Суми

В Україні існує ринок приймання полімерних відходів. Зокрема в м. Суми діють суб'єкти господарювання, які купують полімерні відходи для їх

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

переробників використовує вторинний ПЕТ у своєму технологічному циклі для випуску кінцевої продукції. Серед них – провідний виробник волокна з вторинного ПЕТ-флексу ТОВ «АЛЬФА ФЛЕКС» (м. Запоріжжя) [23].

На ринку також налічується значна кількість гравців, які тільки збирають відходи ПЕТ й інші пластики, їх пресують і подрібнюють для продажу. Вони представлені переважно малим бізнесом із потужностями до 3 тис. тонн на рік. Загальна кількість підприємств оцінюється у кілька тисяч. Найбільші переробники розташовано поблизу великих міст [23].

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048	Арк
						38
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

Друга – у запровадженні циклів перероблення відходів ПЕТ з доведенням до отримання кінцевого продукту.

Отримання вторинної сировини з ПЕТ пляшок включає:

- сортування зібраних ПЕТ пляшок за кольорами;
- відбракування занадто забруднених ПЕТ пляшок;
- подрібнення;
- мийка та сушіння;
- сортування подрібнених відходів ПЕТ (відокремлення домішок інших матеріалів, наприклад залишків етикеток тощо);
- екструзія (отримання гранул).

Фактично після етапу «сортування подрібнених відходів ПЕТ» вже буде отримано продукт «ПЕТ пластівці», який може розглядатися в якості вторинної сировини. Гранулювання ПЕТ шляхом екструзії підвищує якість і цінність отриманої вторинної сировини та дозволяє знизити витрати на її зберігання та транспортування до об'єктів подальшого використання.

ПЕТ пластівці і ПЕТ гранули можуть використовуватись в якості вторинної сировини для виробництва ПЕТ пляшок, яка додається до первинної сировини.

За умови забезпечення необхідних вимог якості матеріалів та відповідності санітано-гігієнічним вимогам отримана вторинна сировина може бути використана у виробництві ПЕТ пляшок для харчових продуктів.

Більш м'які умови можуть висуватися при виробництві з переробленого ПЕТ тари для нехарчових продуктів, ПЕТ стрічок тощо.

Пластівці та гранули ПЕТ можуть передаватися на об'єкти з виготовлення синтетичних волокон (наприклад, поліестер), які можуть використовуватися у виробництві текстильних виробів або будівельних матеріалів. Доцільність рішень зі створення таких об'єктів в м. Суми потребує додаткового опрацювання.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510048

Арк

40

Перероблення відходів поліетилену (високого та низького тиску) та поліпропілену

Підходи до перероблення відходів поліетилену та поліпропілену в певній мірі подібні до ПЕТ. На сьогоднішньому етапі недостатньо даних для прогнозування обсягів таких відходів, доступних для перероблення в м. Суми.

З доступних даних щодо вмісту таких відходів в складі побутових, очікується сумарний вміст у побутових відходах поліетилену і поліпропілену на рівні 5% [37, 40, 41]. Для м. Суми це складає орієнтовно 4000 тонн/рік.

У разі забезпечення вилучення 50% таких відходів для подальшого перероблення, обсяг буде складати $4000 \cdot 0,5 = 2000$ тонн на рік (або 5,5 тонн / добу).

Отримання вторинної сировини з поліетилену та поліпропілену включає:

- первинне сортування відходів за видами матеріалів (у т.ч. відокремлення занадто забруднених відходів);
- подрібнення;
- мийка та сушіння;
- основне сортування подрібнених відходів (забезпечується вилучення сторонніх матеріалів);
- екструзія (отримання гранул).

За результатами такого оброблення отримують пластівці та / або гранули відповідних полімерів (ПЕВТ, ПЕНТ, ПП). Отримана вторинна сировина може бути використана для виробництва тари та пакувальних матеріалів для харчових та нехарчових продуктів, полімерних виробів різного призначення (труби технічного призначення, пінополіетилен, пінополіпропілен, інші конструкційні матеріали тощо).

В цілому відходи ПЕТ, поліетилену та поліпропілену можуть перероблятися до отримання пластівців та / або гранул на одному технологічному

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

комплексі, оскільки застосовуються подібні технологічні рішення та вимоги до обладнання.

Попередньо продуктивність такого технологічного комплексу повинна забезпечувати перероблення орієнтовно 3350 тонн / рік роздільно зібраних відходів. При цьому є сенс додатково проаналізувати збільшення продуктивності з урахуванням охоплення території більшої за м. Суми. Наприклад, це може бути територія Сумської територіальної громади, чи кластеру управління відходами, визначеного Регіональним планом управління відходами Сумської області до 2030 року.

При створенні одного чи декількох об'єктів з оброблення відходів ПЕТ, поліетилену та поліпропілену в м. Суми будуть залишатись такі відходи у складі змішаних побутових відходів та / або відокремлені, якість яких не придатна для оброблення на таких об'єктах. Крім того, є полімерні відходи з інших матеріалів, у т.ч. комбіновані (такі, що складаються з декількох видів полімерів).

Очікуваний обсяг утворення таких відходів у м. Суми складає орієнтовно $7700 - 3350 = 4350$ тонн / рік, або більше.

Фактичний обсяг таких відходів, доступних до перероблення, визначається обсягом їх утворення та ефективністю вилучення із загальної маси.

Для оброблення залишкових полімерних відходів можуть бути застосовані спеціалізовані технологічні рішення. Наприклад окремо для АБС-пластика, полівінілхлориду та інших. Для опрацювання таких рішень важливо уточнити дані щодо кількості таких відходів та створити систему управління відходами, які дозволить відокремлювати відповідні матеріали і створити надійний потік селективно відібраних відходів, в якості сировини для об'єктів з оброблення.

Альтернативним варіантом є запровадження методів перероблення, менш чутливих до складу і якості вихідної сировини (полімерних відходів, що переробляються). До таких методів відносяться ті, що орієнтовані на виготовлення будівельних матеріалів та / або використання в дорожньому будівництві.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№ Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510048

Арк

42

Перероблення відходів ПВХ та АБС-пластику може здійснюватися за подібними технологічними схемами, як і для відходів ПЕТ, поліетилену, поліпропілену та орієнтованими на отримання полімерних гранул.

Відходи ПВХ та АБС-пластику можуть мати свою специфіку, зумовлену їх походженням. Мається на увазі форма і розміри окремих елементів обладнання, які перетворюються на відходи (автопластик, корпуси побутової техніки тощо). Це може вимагати застосування додаткового обладнання для подрібнення таких відходів.

В цілому, подібність технологічних рішень дозволяє розглядати варіант створення у м. Суми єдиного комплексу з перероблення полімерних відходів. На першому етапі такий комплекс може бути орієнтований на отримання полімерних пластівців та гранул.

Використання полімерних відходів в дорожньому будівництві

Перероблені пластики з низькою температурою плавлення, такі як лінійний поліетилен низької щільності (LLDPE), PE низької щільності (LDPE) і PE високої щільності (HDPE), зазвичай підходять для цього процесу. Для мокрого процесу завантаження переробленого пластику, кількість коливається приблизно від 2 до 8 відсотків ваги асфальтового в'язучого в тонні суміші [29].

Попередній досвід асфальтових підрядників у Франції показав, що коли LDPE додавали в асфальтову суміш за допомогою сухого процесу, частина пластику покривала поверхню частинок заповнювача, а решта диспергувала у фазі асфальтового розчину. Для сухого процесу дозування переробленого пластику, яке зазвичай повідомляється в літературі, коливається приблизно від 0,2 до 1 відсотка ваги заповнювача [29].

Крім того, по відношенню до залишкових полімерних відходів можуть бути застосовані термічні методи відновлення, такі як піроліз, газифікація, спалювання. Методи відновлення, орієнтовані на використання енергетичного потенціалу, відносяться до більш низького рівня ієрархії управління відходами за рециклінг і в цій роботі не розглядаються.

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № покл.	

					ТС 20510048		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			43

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на об'єктах з оброблення полімерних відходів

Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ГОСТ 12.0.003-74 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші – на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори [19].

Під час роботи на виробництві можуть виникнути наступні загрози та шкідливі фактори для людини.

Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що мають властивості фізичного впливу на організм людини:

- дія сили тяжіння в тих випадках, коли воно може викликати падіння твердих, сипучих, рідких об'єктів на працюючого;
- дію сили тяжіння в тих випадках, коли воно може викликати падіння працюючого з висоти;
- поверхні твердих або рідких об'єктів, про які вдаряються рухомі частини тіла працюючого;
- рухомі тверді, рідкі або газоподібні об'єкти, що завдають удар по тілу працюючого (в тому числі рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання; пересуваються вироби, заготовки, матеріали);
- небезпечні і шкідливі виробничі фактори, пов'язані з надмірно високою температурою матеріальних об'єктів виробничого середовища, що можуть викликати опіки тканин організму людини;

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	TC 20510048	Арк
						44
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

– небезпечні і шкідливі виробничі фактори, пов'язані з аномальними кліматичними параметрами повітряного середовища на місцезнаходження працюючого: температурою і відносною вологістю повітря;

– небезпечні і шкідливі виробничі фактори, пов'язані з надмірним забрудненням повітряного середовища в зоні дихання, тобто з аномальним фізичним станом повітря і аерозольним складом повітря.

Примітки

Небезпека і шкідливість впливу аерозолів, забруднюючих чистий природний повітря, на організм працюючого залежать від їх змісту:

- підвищеним рівнем загальної вібрації;
- підвищеним рівнем і іншими несприятливими характеристиками шуму; – підвищеним утворенням електростатичних зарядів;
- відсутність або недолік необхідного природного освітлення;
- відсутність або недоліки необхідного штучного освітлення;
- підвищена яскравість світла; Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що володіють властивостями хімічного впливу на організм людини.

Ступінь небезпеки хімічних речовин пов'язана зі шляхами їх потрапляння в організм людини:

- через органи дихання (інгаляційний шлях);
- через шкірні покриви і слизові оболонки (шкірний шлях);
- через відкриті рани;
- при внутрішньо м'язових, підшкірних, внутрішньовенних ін'єкціях.

За критерієм небезпечного і (або) шкідливого впливу на організм працюючого хімічні речовини поділяють:

- на безпосередньо діючі на організм працюючого як небезпечні і шкідливі виробничі фактори хімічної природи дії;

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

– побічно діють на організм працюючого як небезпечні і шкідливі виробничі фактори фізичної природи дії, обумовлені властивостями цих хімічних речовин займатися, горіти, тліти.

Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що володіють властивостями біологічного впливу на організм людини

– патогенні мікроорганізми – збудники особливо небезпечних інфекційних захворювань;

– патогенні та умовно патогенні мікроорганізми – збудники інших (крім особливо небезпечних) інфекційних захворювань;

– умовно-патогенні мікроорганізми – збудники неінфекційних захворювань.
– інші гострі або хронічні захворювання, причина яких може бути так чи інакше пов'язана з умовами праці (виробничо обумовлені і професійні захворювання);

– інші гострі або хронічні захворювання, причина яких не може бути однозначно пов'язана з умовами праці (загальні захворювання).

Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що володіють властивостями психофізіологічного впливу на організм людини

– на фізичні перевантаження, пов'язані з тяжкістю трудового процесу;

– на статичні, пов'язані з робочою позою;

– динамічні навантаження, пов'язані з масою піднімається і переміщуваного вантажу вручну;

– динамічні навантаження, пов'язані з повторенням стереотипних робочих рухів;

– нервово-психічні перевантаження, пов'язані з напруженістю трудового процесу;

– на розумове перенапруження, в тому числі викликане інформаційним навантаженням;

– монотонність праці, викликаного монотонною;

– емоційні перевантаження;

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № докл.	Підп. і дата	ТС 20510048	Арк
						46
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

- тривалість зосередженого спостереження;
- активне спостереження за ходом виробничого процесу;
- навантаження на слуховий аналізатор [31, 32].

4.2 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до Правил охорони праці на об'єктах з переробки пластичних мас, розділу 2 про Вимоги безпеки на підприємствах з переробки пластичних мас, пункту 1.4. Навчання і перевірка знань з питань пожежної безпеки повинні здійснюватися відповідно до вимог Переліку посад, при призначенні на які особи зобов'язані проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки та порядку їх організації, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29 вересня 2003 року № 368 і Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29 вересня 2003 року № 368 [16].

Територія об'єкта, а також будинки, споруди, приміщення мають бути забезпечені знаками безпеки відповідно до ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір» [11].

Вимоги до приміщень:

На видних місцях біля телефонів необхідно вивісити таблички із зазначенням номера телефону для виклику пожежно-рятувальних підрозділів.

Необхідно на видному місці розмістити плани евакуації людей на випадок пожежі, а також інструкцію з пожежної безпеки. Інструкція визначає дії персоналу для безпечної та швидкої евакуації людей. Для об'єктів з перебуванням

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № одубл.	Підп. і дата	TC 20510048	Арк
						47
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

людей уночі інструкція повинна також передбачати дії персоналу у нічний час. Не рідше одного разу на півроку мають проводитися практичні тренування всіх задіяних працівників.

Розміщення меблів і обладнання у приміщеннях не повинно перешкоджати евакуації людей і підходу до засобів пожежогасіння.

Дерев'яні та інші легкозаймісті конструкції всередині й зовні будівлі мають піддаватися вогнезахисній обробці за винятком вікон, дверей, воріт, підлоги, стелажів. У разі виявлення пошкодження просочення варто провести заходи щодо його відновлення.

Якщо пошкоджений вогнезахисний покрив не підлягає відновленню або закінчився термін його експлуатації, варто виконати повторну вогнезахисну обробку [11].

Використовувати легкозаймісті будівельні матеріали (пластикову вагонку, вініловий сайдінг) для оздоблення приміщень не варто.

Штучні килимові покриття, які не виділяють під час горіння токсичних речовин та мають помірну димоутворювальну здатність, дозволяється розстелити за умови наклеювання їх на незаймісту основу. Роботи, пов'язані з проектуванням вогнезахисту та вогнезахисною обробкою, виконуються організаціями, які мають ліцензію на такий вид робіт.

Усі будівлі та приміщення закладів із масовим перебуванням людей мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, зокрема:

- вогнегасниками;
- ящиками з піском;
- бочками з водою;
- покривалами з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної

тканини;

- пожежними відрами;
- совковими лопатами;

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048				Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

- пожежним інструментом, які використовуються для локалізації і ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку [11].

Місця встановлення вогнегасників повинні бути легкодоступними та помітними, при цьому необхідно забезпечити захист вогнегасників від потрапляння прямих сонячних променів та безпосередньої дії опалювальних і нагрівальних приладів.

Пожежні щити, інвентар, інструмент, вогнегасники в місцях встановлення не повинні створювати перешкоди під час евакуації.

Об'єкти з масовим перебуванням людей мають бути обладнані системами протипожежного захисту, зокрема установками пожежної сигналізації, автоматичними системами пожежогасіння, а також системами оповіщення та управління евакуацією людей.

Системи пожежної сигналізації призначені для раннього виявлення пожежі й подавання сигналу тривоги з метою вжиття необхідних заходів (евакуації людей, виклику пожежно-рятувальних підрозділів, запуску систем димо- та тепловидалення тощо). На великих об'єктах варто передбачити управління системами протипожежного захисту з приміщення пожежного поста (диспетчерської або іншого спеціального приміщення з цілодобовим перебуванням чергового персоналу). Це приміщення має бути площею не менше 15 м² та розташоване на першому або цокольному поверхах будівель.

Для оповіщення можуть бути використані:

- внутрішня телефонна та радіотрансляційна мережі;
- спеціально змонтовані мережі мовлення;
- дзвінки та інші звукові сигнали.

Система оповіщення повинна вмикатися автоматично при надходженні сигналу від автоматичних установок пожежної сигналізації або пожежогасіння. Допускається дистанційне, ручне, місцеве вмикання систем оповіщення. Місця розташування кнопок ручного вмикання систем оповіщення - «тривожних» кнопок мають бути позначені на планах евакуації людей у разі пожежі.

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № доубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510048

Арк

49

В інструкції до планів евакуації зазвичай міститься інформація про те, хто має право вмикати «тривожні» кнопки.

Порядок дії чергового персоналу поста охорони при спрацьовуванні системи оповіщення має бути викладено в інструкції, що розміщується на посту охорони.

У разі виникнення пожежі чи іншої надзвичайної ситуації евакуація відвідувачів та персоналу закладу здійснюється за допомогою евакуаційних шляхів та виходів.

Ігнорування вимог до утримання евакуаційних шляхів і виходів у належному стані може призвести до затримки під час евакуації людей та нещасних випадків. Таким чином, у комплексі протипожежних заходів неабияка увага має приділятися стану евакуаційних шляхів і виходів, підготовці планів евакуації та їх практичному відпрацюванню.

Кількість та розміри евакуаційних виходів і з коридорів на сходові клітки, а також ширину маршів сходів, інші вимоги до шляхів евакуації варто приймати згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» та ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди. Основні положення», іншими будівельними нормами за видами будинків та споруд.

Під час розрахунку евакуаційних проходів у приміщеннях із масовим перебуванням людей варто передбачати не менше 0,2 м² площі шляху евакуації на кожну людину.

Килими, килимові доріжки й інше покриття повинні прикріплюватися до підлоги і бути помірно небезпечними щодо токсичності продуктів горіння, мати помірну димоутворювальну здатність [11].

Інв. № подел.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 20510048	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		50

ВИСНОВКИ

Згідно з поставленими метою та завданнями, у роботі було отримано наступні результати:

- 1) визначено п'ять основних джерел утворення полімерних відходів.
- 2) узагальнено дані щодо характеристик полімерних відходів;
- 3) визначено фактори впливу відходів полімерів та продуктів їх деструкції на складові навколишнього середовища;
- 4) проаналізовані та узагальнені дані щодо існуючих методів перероблення полімерних відходів, зокрема: екструзії, виготовлення синтетичних волокон, використання полімерних відходів у будівництві доріг та використання полімерних відходів у складі бетонної суміші. Визначені особливості кожного із зазначених методів;
- 5) визначено орієнтовні обсяги утворення полімерних відходів, поточний стан управління відходами в м. Суми та перелік полімерних відходів для яких наявні можливості передачі на перероблення;
- 6) розроблено комплексні рекомендації щодо застосування технологічних рішень з перероблення відходів полімерів м. Суми, які спираються на поточний стан управління відходами та враховують категорії відходів для яких сьогодні відсутні пропозиції з перероблення.

Інв. № по одл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата		ТС 20510048		Арк				
								51				
								Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Використання відходів промисловості в дорожньому будівництві. Соколов О. В., Копинець І. В., Каськів В. І. Збірник наукових праць «ДОРОГИ І МОСТИ». 2020 р.
URL: https://nidi.org.ua/files/upload/36_Дороги%20і%20мости%20_2020%20№21-20%20с%20110-119.pdf (дата звернення: 02.05.2024).
2. Державні санітарно-протиепідемічні правила і норми щодо поводження з медичними відходами, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України 08.06.2015 № 325 (у редакції наказу Міністерства охорони здоров'я України від 06 вересня 2022 року № 1602). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0959-15#Text> (дата звернення: 10.05.2024).
3. Звіт з визначення морфологічного та фракційного складу твердих побутових відходів, які утворюються у м. Конотоп. ПАТ «Стек», 2016 р.
4. Звіт за результатами вивчення морфологічного складу ТПВ у Тульчинському цільовому регіоні. Проєкт DESPRO, 2012 р.
5. Закон України «Про управління відходами».
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 29.04.2024).
6. Здати пластик в Сумах. ПЛАСТ ЛОМ. URL: <https://plast-lom.com.ua/zdaty-plastyk-v-sumah/> (дата звернення: 19.05.2024).
7. Кафедра хімії – Факультет природничих наук.
URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/Polymerization-processes-pract.pdf> (дата звернення: 07.03.2024).

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Інв.№поодл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 20510048	Арк 52
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

8. Михайлова Є.О. _Пластикове забруднення.
URL: [http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/25028/1/Михайлова%20Є.О. _Пластикове%20забруднення%20-.pdf](http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/25028/1/Михайлова%20Є.О._Пластикове%20забруднення%20-.pdf).
9. Натурні польові дослідження проведені в листопаді 2020 року на території господарської ділянки полігону ТПВ в м. Шостка та м. Конотоп. Науково-технічний звіт дослідження морфологічного складу твердих побутових відходів, ДП «НДКТИ МГ», 2020 р.
10. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08.07.2017 р. №820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p#Text> (дата звернення: 09.04.2024).
11. Основні вимоги пожежної безпеки на об'єктах із масовим перебуванням людей. Первозванівська сільська рада.
URL: <https://pervozvanivka.silrada.org/osnovni-vymohy-pozhezhnoi-bezpeky-na-ob-iektakh-iz-masovym-perebuvanniam-liudey/> (дата звернення: 10.05.2024).
12. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І. П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010.
13. Паспорт ринку полімерів України. 2018 рік. URL: <https://proconsulting.ua/ua/issledovanie-rynka/pasport-rynka-polimerov-ukrainy-2018-god> (дата звернення: 06.05.2024).
14. Поводження з пластиковими відходами в Україні: потенціал переробки є. М. Ковальов, Ю. Мащенко, О. Гайденко.
[GrowHow.in.ua](https://www.growhow.in.ua) URL: <https://www.growhow.in.ua/povodzhennia-z-plastykovymy-vidkhodamy-v-ukraini-potentsial-pererobky-ie/> (дата звернення: 30.04.2024).
15. Порядок класифікації відходів та Національний перелік відходів, затверджені постановою КМУ від 20 жовтня 2023 р. № 1102. URL:

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510048

Арк

53

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.05.2024).

16. Правила охорони праці на об'єктах з переробки пластичних мас, затверджені Наказом МНС України від 16.07.2012 № 989

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1336-12> (дата звернення: 10.05.2024).

17. Прийом вторсировини на переробку в Сумах та області.

URL: <https://ecolos.com.ua/sumy/>.

18. Переробка пластикових відходів на дорогах: дослідження оцінки життєвого циклу з використанням первинних даних / Дж. Сантос та ін.

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720353717>.

19. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів - *Studies*.

Studies. URL: <https://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1206-14-perelk-nebezpechnih-shkdlivih-virobnichih-factory>. (дата звернення: 10.05.2024).

20. Регіональний план управління відходами Хмельницької області до 2030 року.

21. Регіональний план управління відходами Черкаської області до 2030 року.

22. Схема санітарної очистки м. Суми 2013 року.

23. Схема санітарного очищення міста Суми та населених пунктів Сумської міської ОТГ, 2019 р.

URL: https://smr.gov.ua/images/misto/Gorodyanuny/Inform_mat/zhkg/She_ma_sanitarnoi_ocistki_mista/SSO_m.Sumi.pdf.

24. Ткачук К.Н., Филипчук В.Л., Каштанов С.Ф., Зацарний В.В., Полукаров О.І. та ін. Виробнича санітарія: Навчальний посібник. – Рівне: 2012.

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № доубл.	Підп. і дата	ТС 20510048					Арк
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	54

25. Т. А. Сафранов В. Ю. Приходько В. І. Михайленко. Відходи пластикових матеріалів: оцінка утворення та поводження в регіонах Північно-західного Причорномор'я. *Ukrainian hydrometeorological journal*, Odessa State Environmental University, 2023. С. 122–130.
26. Управління та поводження з відходами. Частина друга Тверді побутові відходи: навч. посіб. / П. В. Г та ін. Вінниця: ВНТУ, 2015.
URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/52157701.pdf>.
27. *AI Chat for scientific PDFs. SciSpace*.
URL: <https://typeset.io/search?q=what%20polymer%20waste%20is%20used%20in%20the%20production%20of%20concrete> (дата звернення: 27.04.2024).
28. Capacity building in Donetsk Oblast for waste management, TACIS Ukraine, 2004 – 2007
29. Conversion of Plastic Waste to Carbon-Based Compounds and Application in Energy Storage Devices. *PubMed Central (PMC)*.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9088909/> (дата звернення: 13.04.2024).
30. Directive - 2019/904 - EN - SUP Directive - EUR-Lex. EUR-Lex – Access to European Union law – choose your language. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2019.155.01.0001.01.ENG (дата звернення: 07.03.2024).
31. Extrusion lines for plastic recycling. *Plastic Recycling Machines Plants Equipment Extruder*. URL: <https://www.tecnovarecycling.com/n/17-extrusion-lines-for-plastic-recycling.html> (дата звернення: 10.04.2024).
32. Paved With Good Intentions: Plastics Waste Gets New Life as Asphalt Additive. *Plastics Engineering*.
URL: <https://www.plasticsengineering.org/2023/06/paved-with-good->

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № покл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 20510048

Арк

55

[intentions-plastics-waste-gets-new-life-as-asphalt-additive-](#)

[000758/#!](#) (дата звернення: 07.05.2024)

33. Plastic planet: How tiny plastic particles are polluting our soil. *UNEP*.
URL: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/plastic-planet-how-tiny-plastic-particles-are-polluting-our-soil#:~:text=Chlorinated%20plastic%20can%20release%20harmful,species%20that%20drink%20the%20water>. (дата звернення: 09.04.2024).
34. PLASTIC ROAD. Reuse of agricultural plastic waste in the manufacture of bituminous mix for use on roads using dry process technology. - Eiffage Construcción. URL: <https://eiffageconstruccion.es/en/proyectos/plastic-road/> (дата звернення: 26.04.2024).
35. Plastic pollution and agriculture. reNature. 2023.
URL: <https://www.renature.co/articles/plastic-pollution-and-agriculture/> (дата звернення: 06.05.2024).
36. *Plastics in agriculture: sources and impacts. 2021. United Nations Environment Programme.*
URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37681/PASI.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Plastic%20films,%20made%20from%20low,micro-environment%20around%20the%20crops>. (дата звернення: 06.05.2024).
37. Plastic Waste Management Strategies and Their Environmental Aspects: A Scientometric Analysis and Comprehensive Review. *PubMed Central (PMC)*.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9024989/#B107-ijerph-19-04556> (дата звернення: 07.03.2024).
38. Plastic Waste: Challenges and Opportunities to Mitigate Pollution and Effective Management. *PubMed Central (PMC)*.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9857911/> (дата звернення: 25.04.2024).

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подел.	

Вип	Арж	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 20510048

Арж

56

39. Producing sustainable concrete with plastic waste: A review. *NASA/ADS*.
 URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022EnvCh...900626A/abstract> (дата звернення: 06.04.2024).
40. Processing and converting of thermoplastic materials – Food packaging technology. *e-Adhyayan. Books for PG Courses*.
 URL: <https://ebooks.inflibnet.ac.in/ftp08/chapter/75/> (дата звернення: 06.04.2024).
41. RVJ. Plastic Manufacturing Industry Analysis, Trends, and Forecasts. *Deskera Blog*. URL: <https://www.deskera.com/blog/plastic-manufacturing-industry-analysis-trends-and-forecasts/#market-size-and-growth-rate-of-the-plastic-manufacturing-industry> (дата звернення: 15.04.2024).
42. Šišková A. O. Circulatory Management of Polymer Waste. *Encyclopedia MDPI. Scholarly Community*.
 URL: <https://encyclopedia.pub/entry/14096> (дата звернення: 09.04.2024).
43. The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *PubMed Central (PMC)*.
 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10038118/> (дата звернення: 09.04.2024).
44. Thin-Film Deposition. Mehmet C. Öztürk. *Rapid Thermal Processing. Science and Technology*, С. 79–122. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-247690-7.50007-X>.
45. Using Waste Plastics as Asphalt Modifier: A Review. *PubMed Central (PMC)*.
 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8745802/> (дата звернення: 06.04.2024).

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № доубл.	Підп. і дата

ДОДАТОК 1. Норми надання послуг з вивезення твердих побутових відходів, що утворюються на території Сумської міської об'єднаної територіальної громади на 2020 – 2024 роки

№ з/п	Об'єкт утворення ТПВ	Розрахунок одиниця	Норма на одну розрахункову одиницю				Середня щільність
			середня на рік		середня на місяць	середня на добу	
			м ³	Кг	м ³	л	
	Житлові будинки багатоквартирні, одноквартирні упорядковані (з наявністю усіх видів благоустрою)	1 мешканець	1,558	308,9	0,1298	4,268	198,3
	Житлові будинки індивідуальної забудови (будинки приватного сектору), з присадибною ділянкою	1 мешканець	1,806	280,3	0,1505	4,947	155,2
1.	Готелі	1 місце	0,729	109,1	0,0607	1,997	149,7
2.	Гуртожитки	1 місце	0,196	25,8	0,0163	0,536	133,3
3.	Учбові заклади: - вищий та середній спеціальний навчальні заклади освіти	1 студент	0,039	5,8	0,0032	0,156	149,1
	- школа, школа-інтернет, профтехучилище	1 учень	0,117	15,5	0,0097	0,468	132,6
	- дошкільні дитячі заклади	1 місце	0,118	18,0	0,0098	0,472	151,8
4.	Склади	1 м ² площі	0,014	3,2	0,0011	0,038	224,0
5.	Адміністративні та громадські установи і організації	1 робоче місце	0,461	79,1	0,0384	1,844	171,6
6.	Промтоварні заклади торгівлі (Промтоварні магазини, ларьки, кіоски)	1 м ² торг. площі	0,552	88,0	0,0460	1,512	159,5
7.	Продуктові заклади торгівлі (Продовольчі магазини, ларьки, кіоски)	1 м ² торг. площі	2,584	504,8	0,2153	7,079	195,4
8.	Ринки	1 м ² торг. площі	0,217	45,2	0,0180	0,594	208,5
9.	Заклади громадського харчування (ресторани, кафе, їдальні)	1 місце	2,040	378,7	0,1700	5,589	185,6

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

ТС 20510048

Арк

58

Вип Арк № докум. Підп. Дата

№ з/п	Об'єкт утворення ТПВ	Розрахункова одиниця	Норма на одну розрахункову одиницю				Середня щільність
			середня на рік		середня на місяць	середня на добу	
			м ³	Кг	м ³	л	
10	Підприємства побутового обслуговування	1 робоче місце	1,355	117,3	0,1129	3,712	169,7
11	Лікарні	1 ліжко	1,322	175,4	0,1101	3,621	132,6
12	Поліклініки	1 відвідування	0,003	0,5	0,0002	0,008	130,9
13	Вокзал, автовокзал, аеропорт	1 м ² пасажирської площі	1,798	285,4	0,1498	4,926	158,4
14	Заклади культури і мистецтва	1 місце	0,006	0,6	0,0005	0,016	90,9
15	Аптеки	1 м ² торг. Площі	0,523	69,7	0,0435	1,432	133,3
16	Кемпінги, автостоянки	1 м ² площі	0,006	1,0	0,0005	0,016	156,4
17	Кладовища	1 м ²	0,036	5,7	0,0030	0,098	161,4
18	Культові споруди	1 м ² площі території	0,002	0,3	0,0002	0,005	148,2
19	Супермаркети площею більше 1000 кв.м.	1 м ² торговельної площі	0,394	75,2	0,0328	1,079	191,1
20	Гаражі (гаражні кооперативи)	1 м ² площі	0,006	1,02	0,0005	0,016	156,4

Інв. №подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. №дубл.	Підп. і дата

					ТС 20510048		Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			59