

**РОЗРОБЛЕННЯ ЗАМКНЕНОГО ЦИКЛУ В ЕКОНОМІЦІ НА ОСНОВІ
УТИЛІЗАЦІЇ ВЖИВАНИХ АВТО**

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| АНОТАЦІЯ..... | 3 |
| ВСТУП..... | 5 |
| 1 ОЦІНКА СТАНУ СИТУАЦІЇ ІЗ ВЖИВАНИМИ АВТО В УКРАЇНІ..... | 7 |
| 2 МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД АВТОРЕЦИКЛІНГУ | 9 |
| 3 АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ АВТО ТА ЇХ КОМПОНЕНТІВ | 10 |
| 4 СТАРТАП ПРОЕКТ ВИРОБНИЦТВА ДИТЯЧОГО МАЙДАНЧИКА ІЗ ВИВЕДЕНИХ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТО..... | 22 |
| ВИСНОВКИ | 29 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 30 |

АНОТАЦІЯ

Актуальність. Автомобіль є одним з найбільших забруднювачів навколишнього середовища, результатом його широкого використання є пришвидшене оновлення автопарку та вивід з експлуатації автотехніки та компонентів, які цілком придатні для подальшої експлуатації. Зважаючи на те, що нещодавно в Україну хлинув потік вживаних авто, очевидно слід очікувати значного збільшення кількості автомобілів, які виводяться з експлуатації.

Окрім вживаних автомобілів у відходи потрапляють зняті під час ремонту деталі і автокомпоненти. Виходячи з вище сказаного, утилізація авто є актуальною науково-практичною задачею і повинна розвиватись у двох напрямках: відновлення і повторне використання вузлів, агрегатів та інших компонентів, які зберегли свій ресурс; переробки вузлів і агрегатів, які не підлягають відновленню, на вторинні матеріальні ресурси, з метою їх використання під час виробництва нових матеріалів.

Мета роботи – створити замкнений цикл в економіці, який би включав утилізацію вживаних авто та використання отриманих в процесі утилізації матеріалів як сировини для потреб господарства.

Завдання:

- провести аналіз сучасних підходів до утилізації вживаних авто в Україні та світі;
- розробити проект виробництва нового товару на основі сировини, отриманої внаслідок утилізації вживаних авто, обґрунтувати його економічну ефективність;
- встановити залежність кількості новоутвореного продукту чи товару від кількості утилізованих авто.

Використана методика дослідження. Для вирішення поставлених завдань у роботі використовувались сучасні методи наукових досліджень: аналізу – для узагальнення сучасних науково-технічних досягнень щодо зменшення навантаження на навколишнє середовище та підвищення рівня ресурсозбереження в процесі утилізації вживаних авто; кореляційно-

регресійного аналізу – для встановлення залежності кількості новоутвореного продукту від кількості вживаних авто; економічного аналізу – для розрахунку економічної вигоди впровадження результатів дослідження у виробництво.

Загальна характеристика роботи. Проведено оцінку сучасної ситуації із вживаними авто в Україні, на основі якої встановлено, що прискорене оновлення автопарку, збільшення його чисельності створює реальну та серйозну загрозу навколишньому середовищу та екологічній безпеці України. Зменшити її може раціональне поводження з виведеними з експлуатації автомобілями шляхом розбирання, дефектації і повернення відновлених вузлів та агрегатів в виробництво і технічне обслуговування автомобілів.

Аналіз літературних джерел показав, що на сьогодні у світі реалізуються наступні стадії утилізації: злив на мобільних установках паливно-мастильних матеріалів; розукомплектування автомобілів з попереднім сортуванням за видами матеріалів; подрібнення на шредерних установках непридатних для використання деталей автомобілів; очищення від пилу та бруду, сортування і відділення неметалічних частин; брикетування вторинних матеріалів. Однак в Україні, де обсяги вживаних авто щороку зростають, такі комплекси переробки автокомпонентів відсутні.

Обґрунтовано способи утилізації автокомпонентів за типом матеріалу. Наведено приклади виробів, що можуть бути виготовлені із отриманої сировини. Запропоновано серійне виробництво дитячих майданчиків із матеріалів, отриманих в процесі утилізації вживаних авто. Обґрунтовано економічний ефект запропонованого рішення. Кінцева вартість альтернативного проекту відрізняється у кілька разів. Завдяки переробленим матеріалам можна зекономити близько 170 тис. грн на одному дитячому майданчику. Зокрема на таких пунктах як: основа майданчика, монтаж покриття, резинова плитка, огорожа, гойдалка, металева лавка, урна, установка. Встановлено залежність кількості дитячих майданчиків від кількості утилізованих авто.

ВСТУП

Автомобіль є одним з найбільших забруднювачів навколишнього середовища. Не дивлячись на це, важко уявити життя сучасного суспільства без автомобільного транспорту. У наш час автомобіль став наймасовішим засобом транспорту, оскільки людина прагне пересуватись, за можливістю, швидко, індивідуально та з комфортом.

Результатом агресивної рекламної політики автопромисловості є пришвидшене оновлення автопарку та вивід з експлуатації автотехніки та компонентів, які цілком придатні для подальшої експлуатації. Зважаючи на те, що нещодавно в Україну хлинув потік вживаних авто, очевидно слід очікувати значного збільшення кількості автомобілів, які виводяться з експлуатації.

Окрім вживаних автомобілів у відходи потрапляють зняті під час ремонту деталі і автокомпоненти. До них відносяться акумулятори, елементи кузова, деталі двигуна та трансмісії, вузли підвіски, автопокришки, бампери та інші деталі з пластмаси і резини. Окрім того, до відходів потрапляють робочі рідини, мінеральне масло, антифриз, гальмівна рідина, сірчана кислота та інші.

Виходячи з вище сказаного, утилізація авто є актуальною науково-практичною задачею і повинна розвиватись у двох напрямках: відновлення і повторне використання вузлів, агрегатів та інших компонентів, які зберегли свій ресурс; переробки вузлів і агрегатів, які не підлягають відновленню, на вторинні матеріальні ресурси, з метою їх використання під час виробництва нових матеріалів.

Мета роботи – створити замкнений цикл в економіці, який би включав утилізацію вживаних авто та використання отриманих в процесі утилізації матеріалів як сировини для потреб господарства.

Завдання:

– провести аналіз сучасних підходів до утилізації вживаних авто в Україні та світі;

- розробити проект виробництва нового товару на основі сировини, отриманої внаслідок утилізації вживаних авто, обґрунтувати його економічну ефективність;

- встановити залежність кількості новоутвореного продукту чи товару від кількості утилізованих авто.

Використана методика дослідження. Для вирішення поставлених завдань у роботі використовувались сучасні методи наукових досліджень: аналізу – для узагальнення сучасних науково-технічних досягнень щодо зменшення навантаження на навколишнє середовище та підвищення рівня ресурсозбереження в процесі утилізації вживаних авто; кореляційно-регресійного аналізу – для встановлення залежності кількості новоутвореного продукту від кількості вживаних авто; економічного аналізу – для розрахунку економічної вигоди впровадження результатів дослідження у виробництво.

1 ОЦІНКА СТАНУ СИТУАЦІЇ ІЗ ВЖИВАНИМИ АВТО В УКРАЇНІ

За останні 10 років в Україну ввезено близько 722 тисяч транспортних засобів. Реальна цифра значно перевищує вказану, так як мають місце тимчасово ввезенні на територію країни авто, незаконно ввезенні та транзитні транспортні засоби. Станом на 2017 рік в Україні знаходилось: у режимі «транзиту» – 100,9 тис. авто; близько 82,2 тис. – з порушенням терміну перебування на території країни; у режимі тимчасового ввезення – більше 324,5 тис.; на митній території держави – 164,2 тис. автомобілів з порушенням терміну перебування [1].

Оскільки до України завозять здебільшого уживані автомобілі, то термін їх експлуатації значно скорочується, що в подальшому призводить до необхідності їх утилізації. Цей термін настає значно швидше, ніж у нових автомобілів [2]. Крім зношених автомобілів до відходів потрапляють зняті під час ремонту деталі та автокомпоненти (рис. 1.1). До них відносяться акумулятори, елементи кузова, деталі двигуна і трансмісії, вузли підвіски, автопокришки, бампери, інші деталі з пластмаси і гуми. Окрім того обсяг відходів збільшується за рахунок заміни робочих рідин: мінеральне масло, антифриз, гальмівна рідина, сірчана кислота та інші.

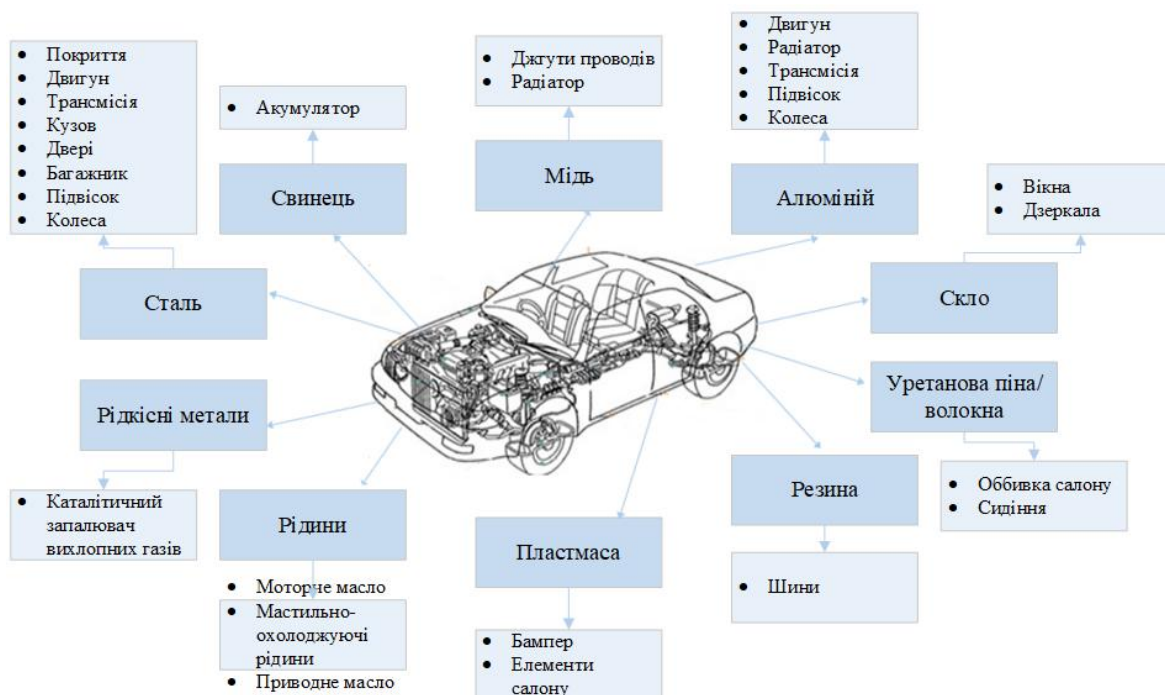


Рисунок 1.1 – Матеріали, які є в складі машини

Прискорене оновлення автопарку, збільшення його чисельності створює реальну та серйозну загрозу навколишньому середовищу та екологічній безпеці України, в тому числі шляхом невиправдано великого споживання зношених матеріальних ресурсів. Зменшити його може раціональне поводження з виведеними з експлуатації автомобілями, автокомпонентами та матеріалами шляхом розбирання, дефектації і повернення відновлених вузлів та агрегатів в виробництво і технічне обслуговування автомобілів [3].

2 МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД АВТОРЕЦИКЛІНГУ

Питання авторециклінгу досліджують досить давно і вдало. Найбільш ефективною і бездоганною є система авторециклінгу, створена в Нідерландах. За результатами 2011 року коефіцієнт утилізації автомобілів вже складав 96,2 %, що є найбільш високим у світі. Головне те, що фінансування цієї системи з кожним роком потребує менше додаткових ресурсів. З покупця беруть утилізаційний податок 45 євро, який входить до вартості нового авто [11]. Основним завданням утилізації автомобілів є зменшення ресурсів, які витрачаються на виготовлення нової деталі. На даний момент коефіцієнт вторинної переробки в західних країнах в середньому становить від 80 % до 85 % від маси автомобіля, а коефіцієнт утилізації – 95 % з урахуванням спалювання органічних відходів з утилізацією утвореної енергії і тепла. Досвід країн Балтії, Польщі, США, Японії та інших висвітлено іноземними спеціалістами Рейнхардом В. А., Кібартасом А., Збичинським І., Віллером С. у своїх працях [6] – [9].

Аналіз літературних джерел показав, що на сьогодні у світі реалізуються наступні стадії утилізації: злив на мобільних установках паливно-мастильних матеріалів; розукомплектування автомобілів з попереднім сортуванням за видами матеріалів; подрібнення на шредерних установках непридатних для використання деталей автомобілів; очищення від пилу та бруду, сортування і відділення неметалічних частин; брикетування вторинних матеріалів. Однак в Україні, де обсяги вживаних авто щороку зростають, такі комплекси переробки автокомпонентів відсутні.

3 АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ АВТО ТА ЇХ КОМПОНЕНТІВ

В Україні на даний час існує так звана «часткова утилізація», галузь промисловості по утилізації автомобілів лише починає зароджуватися. Організація системи утилізації автотранспортних засобів є актуальним для нашої країни завданням, тому що вона допоможе не лише запобігти утворенню звалищ зношених автомобілів, але і стане джерелом цінних вторинних ресурсів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Шляхи утилізації компонентів автомобіля

| Компонент | Матеріал | Продукт утилізації |
|---|------------------------|---|
| Джгути проводів Радіатор | Мідь | Котли, теплообмінники, сонячні панелі |
| Акумулятор | Свинець | Припій, електроніка |
| Покриття Двигун Трансмсія Кузов Двері Багажник Підвіска Колеса | Сталь | Заклепки, цементовані деталі, кожух, рами, осі, валики, шатуни, кришки, болти, гайки, кріпильні деталі, муфта, деталі з високою міцністю |
| Каталітичний спалювач вихлопних газів | Рідкісні метали | Електроніка, прикраси |
| Моторне масло Масильно охолоджуюча рідина Приводне масло | Рідини | Повторне використання мастил в транспортних засобах після очищення |
| Бампер Елементи салону | Пластмаса | Шланги, бачки, предмети побуту |
| Шини | Резина | Труби, прокладки клапанів, тенісні м'ячі, взуття |
| Оббивка салону Сидіння | Уретанова піна/волокна | Промислові підлоги, фундаменти, греблі, мости |
| Вікна Дзеркала | Скло | Волокно, вата, тканини, посуд |
| Двигун Радіатор Трансмсія Підвіска Колеса | Алюміній | Авіа деталі, потяги, судна, мототранспорт, велосипеди, фольга, упаковка, промислові та споживчі товари |

Для впровадження такої системи необхідно враховувати ступінь вторинної переробки автомобільних матеріалів і розробляти технології отримання вторинної сировини з автотранспортних відходів. У процесі вибору пріоритетного способу поводження з автомобільними відходами слід враховувати можливість повторного використання компонентів, що входять до складу відходів, а також мінімізувати кількість речовин, які не мають подальшого використання. Тобто під час поводження з автомобільними відходами актуальними є технології рециклінгу [9]. Автомобіль, що вийшов з експлуатації, має стати джерелом вторинних ресурсів. Закон про авторециклінг прийнятий більш ніж у 50 країнах світу, де вважається, що відповідальність за утилізацію автомобілів повинна бути покладена на підприємства – виробники. Кожен компонент автомобіля може бути утилізованим або використаним повторно після переробки.

Переробка радіатора. На даний момент застосовують мідні, алюмінієві, сталеві та комбіновані радіатори. Лом радіаторів передають обробці для відділення сталевих деталей від кольорових металів ручним, механічним або вогневим способом.

Оброблення радіаторів ручним способом відбувається за допомогою інструмента, що відокремлює залізний кожух від корпусу радіатора. Потім відділяють патрубки і дрібні залізні деталі. Відокремлені шматки сортують з попередньою візуальною оцінкою залишків кольорових металів на шматках заліза на дві групи: низькоякісні відходи брухту міді; лом чорних металів з видимими незначними залишками припою, латуні або без них.

На металургійних заводах оброблений радіаторний лом в пакетному вигляді переробляють для випуску олов'яних бронз. Частина необробленого брухту радіаторів в пакетному вигляді використовується для виробництва підготовчих сплавів. Процес підготовки радіаторного брухту малопродуктивний і вимагає великої кількості роздільників, тому розроблено технологію механізованої підготовки брухту радіаторів до металургійного

переділу, яка включає наступні операції: дроблення, просіювання, магнітну сепарацію, пиловловлювання.

Переробка акумуляторів. Відпрацьовані акумулятори є джерелом отримання свинцю із свинцевовмісних відходів. Окрім свинцю в акумуляторному ломі є пластмаса-поліпропілен (ПП) і полівінілхлорид (ПВХ), а також оксид і сульфат свинцю у вигляді шламу. Утилізація акумуляторів відбувається ручним чи механічним способом.

При ручному способі акумуляторна батарея очищується від бруду, з неї зливають електроліт (сірчана кислота) і промивають розчином соди для нейтралізації залишків сірчаної кислоти. Далі батарея розбирається вручну із застосуванням слюсарного інструменту на складові елементи: пластмасовий корпус, свинцеві пластини, пластмасові пористі сепаратори, порошкоподібні оксид та сульфат свинцю, мастику, яка заливається.

Отримані деталі і матеріали складуються окремо для наступної утилізації. Свинцеві пластини ідуть на переробку, оксид та сульфат свинцю також ідуть в металургійний переділ для відновлення до металевого свинцю. Пластмаси і мастика використовують в складі будівельних матеріалів, асфальту та інших продуктів.

Ручне розкладання акумуляторних батарей дозволяє отримати високоякісні вторинні матеріали (свинець, пластмасу, сірчану кислоту), але потребує більшої кількості важкої фізичної праці, пов'язаної з обробкою високотоксичних продуктів.

Більш сучасними є схеми розділення в самоутворюючих суспензіях. Оскільки густина свинцю рівна $13,6 \text{ г/см}^3$, а густина ПП і ПВХ складає $0,95$ і $1,3 \text{ г/см}^3$ відповідно. Таке середовище отримують за допомогою шламу оксидно-сульфатного свинцю, присутнього в акумуляторному ломі. Дана технологія дозволяє вилучати $99,4 \%$ свинцю, який знаходиться в відпрацьованих акумуляторах.

Переробка двигуна. До моторного лому відносяться ДВЗ і коробки передач, матеріальною основою яких є літєві сплави на основі алюмінію або

заліза. Густина лому може бути від 1000 до 3500 кг/м³. Лом переробляють за допомогою спеціальної лінії для переробки, що включає: ротор, гідравлічний грейфер, шківний магнітний сепаратор. У результаті отримується немагнітний продукт, який складається із алюмінієвих сплавів з вмістом сталі до 0,2 %, і магнітний продукт з вмістом алюмінію до 2 %. У залежності від виду вихідної сировини продуктивність лінії складає 3–5 т/год.

Переробка кузова. Основними стадіями процесу утилізації автомобільного кузова є пакування, подрібнення і видова сепарація. Витрати енергії при утилізації кузова залежать від їхньої комплектації. Перед тим як подрібнювати та пакувати кузов знімають агрегати і крупні деталі: бампери, колеса, бензобак, сидіння та інші деталі. Після подрібнення матеріали сортуються за групами і вивозяться на інші підприємства для перетворення їх в інші деталі. Після сортування отримують кілька фракцій: магнітну (чорні сплави), повітряну (неметалічні матеріали с низькою густиною) і різні фракції сплавів кольорових металів – алюмінію, цинку, міді і інші.

Переробка зношених автопокришок і резинових виробів. Вироби з резини виготовляють шляхом вулканізації резинових сумішей на основі каучуку. Склад резинових сумішей різний і залежить від асортименту виробів. В автомобілебудуванні використовують наступні вироби з резини: автопокришки, приводні ремені, шланги, сальники, манжети, килимки. Багато резинових виробів мають складну конструкцію і разом з резиною містять метал, текстиль та інші матеріали.

Фізичні способи переробки представлені різними технологіями їх подрібнення з метою отримання резинової крихти. Отриманий продукт зберігає всі властивості резини. Процес подрібнення досить важкий, оскільки завдяки високим еластичним властивостям резини, енергія, що витрачається на її руйнування, витрачається в певній мірі на механічні втрати. Ефективність подрібнення резини залежить від температури і швидкості прикладення навантаження. Якщо процес подрібнення відбувається нижче температури

ламкості полімера, то його деформації невеликі та руйнування не потребує великих витрат енергії [4].

Фізико-хімічні способи переробки відходів, зокрема регенерація, дозволяє зберегти структуру сировини, що використовується в процесі виробництва резини. Під час регенерації руйнується просторова вулканізаційна сітка резини за рахунок теплового, механічного та хімічного впливу на неї. Отриманий продукт – регенерат, має пластичні властивості і використовується при виготовленні резинових сумішей з метою часткової заміни каучуку.

Хімічні способи переробки призводять до незворотних хімічних змін, не тільки резини, але і речовин, її складових (каучук, пом'ягшувачі і т. д.). Вони здійснюються за високої температури, внаслідок чого відбувається деструкція полімерного матеріалу. До хімічних способів відносять спалювання та піроліз.

Каталітичний спалювач вихлопних газів. Порівняно новими компонентами авто є каталізатори спалювання вихлопних газів. Як відомо, вихлопні гази містять токсичні продукти горіння вуглеводневого палива: оксид вуглецю, оксид азоту, вуглеводні радикали та інші. Їх склад в викидах авто залежить від його конструкції, режиму руху та якості палива, що використовується. Для зменшення токсичності вихлопних газів використовують каталізатори, які перетворюють токсичні продукти в нешкідливі речовини: вуглекислий газ, воду, азот. Каталізатори представлені у вигляді високорозвиненої поверхні, на яку нанесені каталітично активні речовини.

Каталітично активними речовинами в автомобільних каталізаторах є коштовні метали: платина (Pt), паладій (Pd), родій (Rh) та деякі інші. Поверхня активного шару на носіях вимірюється сотнями квадратних метрів, а товщина складає декілька нанометрів. Автомобільна промисловість є найбільшою споживачкою цих металів. Світова автопромисловість щорічно споживає 150 т платини і 140 т паладію для виробництва автокаталізаторів. Коштовні метали, що виконують роль каталізаторів, не витрачаються під час хімічних реакцій перетворення токсичних продуктів вихлопних газів в нешкідливі речовини.

Термін служби автокатализаторів складає в країнах ЄС, США та Японії 100–150 тис. км, в Україні він значно менший, 40–50 тис. км, через низьку якість палива, деякі компоненти якого «отруюють» каталітично активні метали, а також через незадовільну якість автодоріг, завдяки чому крихкий керамічний носій руйнується від часткових ударних та вібраційних навантажень.

В країнах з розвинутою автомобільною промисловістю дороги катализатори, що знімаються з виведених з експлуатації автомобілів, підлягають обов'язковій утилізації. Вміст в катализаторах коштовних металів настільки великий, що їх утилізація економічно ефективна.

Традиційні технології утилізації автомобільних катализаторів включають наступні етапи: збір та первинну обробку катализаторів, отримання концентратів коштовних металів, афінаж.

Первинна обробка автокатализаторів полягає у механічному добуванні носія коштовних металів із сталюого корпусу та за необхідності (в залежності від технології, що використовується) його подрібненні. Після подрібнення проводиться класифікація за крупністю з метою отримання однорідного продукту з необхідною дисперсністю.

Отримання концентратів коштовних металів здійснюється гідро- та пірометалургічними методами. Вміст коштовних металів у концентраті складає більше 95 %. Під час застосування гідрометалургічних процесів коштовні метали розчиняють у горілці, отримані продукти фільтрують, а потім з розчину виділяють коштовні метали різними реагентами. В результаті хімічної взаємодії утворюються платинохлористоводнева $H_2(PtCl_6)$ та інші кислоти. В процесі обробки катализатора горілкою вдається добути 98–99 % коштовних металів.

Афінаж – металургічний процес отримання благородних металів високої чистоти шляхом їх розділення та очистки від забруднюючих домішок.

Отже, існуючі технології утилізації автомобільних катализаторів спалювання вихлопних газів дозволяють добувати з них найбільш цінні компоненти – коштовні метали: платину, паладій і родій. Об'єми залучення в промислове виробництво вторинних коштовних металів сумірні з їх

видобутком з мінеральної сировини. Про це свідчить той факт, що світове споживання платини та паладію значно перевищує об'єми їх видобутку.

Утилізація моторного масла, мастильно-охолоджуючої рідини, приводного масла. Моторні масла є одним з видів нафтопродуктів, до яких відносяться також палива, мастила та інші. Масла розділяють на моторні, трансмісійні, енергетичні та індустріальні. Асортимент мастил надзвичайно широкий і включає більш ніж 200 марок напіврідких, пластичних і твердих матеріалів. Всі нафтопродукти, як правило, є багатокомпонентними системами. До їх складу входять різні домішки (антидетонатори, згущувачі, присадки та інші), які призначені для надання нафтопродуктам технічних властивостей, які забезпечують їх працездатність в специфічних умовах.

Нафтовмісні відходи та нафтопродукти є одним з основних забруднювачів навколишнього середовища. Так як використані мастила не підлягають повторному використанню без проведення очищення, то проводиться регенерація відпрацьованих мастил. Для регенерації відпрацьованого мастила застосовуються технології, засновані на фізичних, фізико-хімічних та хімічних процесах. Процес полягає в обробці мастил з метою видалення з них продуктів старіння та забруднення.

До фізичних способів відносяться обробка мастил в силовому полі з використанням гравітаційних, відцентрових і рідше електричних, магнітних та вібраційних сил, а також фільтрування, водна промивка, випаровування та вакуумна дистиляція. Ці технології дозволяють видаляти з мастил тверді частини забруднень, мікро-краплі води і частково смолисті, коксоподібні речовини, а також легко-киплячі домішки.

Значну частину твердих забруднень та води з відпрацьованих мастил можна видалити відстоюванням. Для очистки мастил від твердих частинок можуть застосовуватись також електроочисники. Перевагами очистки та зневоднення відпрацьованих мастил в електроочисниках є невеликі розміри цих апаратів, відсутність у них рухомих частинок, сталість пропускнуої здатності та перепаду тиску, можливість автоматизації процесу очистки [7].

Очистка мінеральних мастил фільтруванням відбувається шляхом відокремлення зважених в мастилах твердих частин при проходженні через пористий фільтруючий матеріал. В якості фільтрувальних матеріалів, що застосовуються для очистки мастил, застосовують папір, картон, повсть, різні волокнисті матеріали, тканини, волокна, дротові сітки.

Сумісна дія силових полів з фільтруванням через пористі перегородки досягається застосуванням гідродинамічних фільтрів, фільтруючих центрифуг, магнітних і вібраційних фільтрів. В гідродинамічному фільтрі поєднується дія гідродинамічних (інерційних) сил потоку мастила з фільтруванням. Інерційні сили, які діють на тверду частинку, виникають при переміщенні потоку рідини уздовж фільтруючої перегородки, або під час примусового руху перегородки щодо потоку рідини.

При зневодненні мастил випаровуванням в резервуарах без тиску відпрацьовані мастила нагрівають до 70–80 °С, витримують при цій температурі кілька годин, потім нагрівають до 110 °С. Цей спосіб потребує забезпечення резервуарів обігрівачими приладами (трубчастими, змієвидними, секційними і т. д.), енергоємний та тривалий за часом.

До фізико-хімічних методів відносяться: коагуляція, адсорбція і селективне розчинення забруднень, що містяться в мастилі. Різновидом адсорбційної очистки є іонно-обмінна очистка.

Найбільш широкого розповсюдження набув процес коагуляції, тобто укрупнення частинок забруднення, яке досягається при використанні в якості коагулянтів неорганічних і органічних електролітів і поверхнево-активних речовин. Вказані з'єднання повністю видаляють з відпрацьованого мастила дрібнодисперсні механічні домішки. Адсорбційна очистка може здійснюватися перколяційним та контактним способами.

Перколяційний спосіб, при якому мастило пропускається через адсорбент, дозволяє знизити його витрату в порівнянні з контактним способом, що передбачає перемішування мастила з подрібненим адсорбентом. Контактний спосіб отримав більш широке розповсюдження через простоту

приладів, що застосовуються. До недоліків цього способу слід віднести необхідність утилізації великої кількості адсорбенту після очистки мастила.

Іонно-обмінна очистка базується на здатності іонів (іонно-обмінних смол) затримувати забруднення, що дисоціюють в розчиненому стані на іони. Процес очистки можна здійснювати контактним способом при перемішуванні відпрацьованого мастила з зернами іоніту розміром 0,3–2,0 мм, чи перколяційним способом при пропусканні мастила через заповнену іонітом колону. В результаті іонообміну рухомі іони в просторовій решітці іоніту замінюються іонами забруднень. Іонообмінна очистка дозволяє видалити з мастила кислотні забруднення, але не забезпечує затримки смолистих речовин.

Хімічні способи очистки засновані на хімічній взаємодії речовин, що забруднили відпрацьовані мастила, з реагентами, що вводяться в ці мастила. При цьому в результаті хімічних реакцій утворюються з'єднання, які легко видаляються з мастил. До хімічних способів відносяться кислотна та лужна очистка, гідрогенізація, а також осушка і очистка від забруднень за допомогою оксидів, карбідів та гідридів металів.

Кислотна очистка мастил дозволяє видалити з мастил асфальтно-смолисті з'єднання і інші продукти старіння (карбонові та оксикислоти, феноли і т. д.). Одночасно з хімічними реакціями між сірчаною кислотою і продуктами окислення мастил відбувається розчинення в них деяких забруднюючих речовин (наприклад, нафтонових кислот). Для регенерації мінеральних мастил зазвичай використовується сірчана кислота з концентрацією 93–96 %.

Лужна очистка застосовується після кислотної для нейтралізації речовин кислого характеру. При цьому утворюються водорозчинні солі, що видаляються з мастил шляхом відстоювання. Для регенерації мастил використовують зазвичай 2–10 %-ий розчин їдкого натра, 10–20 %-ий розчин кальцинованої соди чи тринатрійфосфату, іноді застосовують гашене вапно. Температура підтримується в межах 70–80 °С. Відстоювання водного розчину луку і продуктів реакції триває 12–16 годин [8].

Бампер та елементи салону (пластмаса). Переробка пластику – це процес збирання відходів пластмаси та їх переробка у корисні продукти. Оскільки пластик біологічно не розкладається, то щороку близько восьми мільйонів тон пластикових відходів потрапляють у світовий океан, тому дуже важливі загальні зусилля щодо зменшення його частки у відходах. Один із актуальних методів – переробка пластику.

Переробка пластику включає в себе збирання будь-яких типів пластику, їх сортування залежно від типів полімерів, потім подрібнення та переплавлення на гранули, які можна транспортувати та використовувати для виготовлення будь-яких предметів, наприклад, пластикових стільців і столів. М'які типи пластику, такі як поліетиленові плівки та мішки, також переробляються.

Якщо сплавляти разом різні типи пластику, то виріб буде застигати розділеним на шари різних пластиків (подібно до води та олії). На фазовій границі виникають структурні послаблення в матеріалі, тобто суміші полімерів обмежені у використанні. Таким чином поводяться два найбільш поширені у виробництві види пластмаси, поліпропілен і поліетилен, що обмежує їх корисність для переробки. Для вирішення цієї проблеми запропоновано використовувати метод «макромолекулярного флюсу».

Відсоток пластику, який може бути повністю переробленим, і не вилученим із циклу переробки, може бути збільшено, якщо виробники запованих товарів зменшать змішування пакувальних матеріалів та виключають добавки [11].

Інший спосіб включає в себе перетворення різних полімерів у нафту через термічну деполімеризацію. Такий процес можна застосовувати практично до будь-якого полімеру або їх суміші. Як і природну нафту, отриману хімічну речовину можна переробляти як на паливо, так і на виготовлення полімерів. Газифікація – це аналогічний процес, але технічно не є переробкою, оскільки в результаті практично немає шансів знову стати полімерами.

Піроліз пластику може перетворювати потоки придатних для палива відходів, таких як пластмаси, в якісне паливо, вугілля.

Існує також можливість змішаної переробки різних пластмас, які не підлягають розділенню. Цей процес називається компатибілізацією, і потребує використання спеціальних хімічних реагентів.

Оббивка салону, сидіння (текстиль), уретанова піна/волокна. До текстильних матеріалів відносяться: тканини, трикотаж, килими, нетканинні полотна, сітки, нитки, мотузки, канати та інші вироби, які виготовлені з волокон і ниток. Їхня структура залежить від технології виробництва. Волокна і нитки, що використовуються при виготовленні текстильних матеріалів, мають, як правило, полімерну природу і можуть бути натуральними (льон, бавовна та інші), штучними (віскоза) і синтетичними (поліамід, поліефір та інші).

В автомобілебудуванні текстильні матеріали широко застосовуються для забезпечення комфорту і безпеки пасажирів. Об'єм їх застосування в авто середнього класу складає 2–3 % від маси і постійно зростає.

Раціональне використання текстильних відходів має важливе господарське значення, оскільки значну частину волокнистої сировини, що використовується при виготовленні текстилю, Україна імпортує. Будь-яке використання текстильних відходів передбачає їх попередню підготовку і розволокнення. Об'єм підготовчих робіт залежить від виду та ступеню забруднення відходів.

Первинна обробка текстильних відходів складається з наступних кроків: дезінфекції, знепилення, сортування, прання, хімчистки, нарізання, замаслення, розволокнення. Залежно від виду і стану текстильних відходів деякі стадії процесу можуть бути відхилені.

Вікна, дзеркала (скло). Переробка скла – переробка скляних відходів у корисну продукцію. Скляні відходи повинні бути розділеними за хімічним складом, а потім, залежно від можливостей місцевого переробника, також можуть бути розділені на різні кольори. Багато переробників попередньо збирають скло різних кольорів окремо, оскільки після переробки скло зберігає свій колір. Найбільш поширені типи скла, які використовуються для споживчої тари, – прозоре, зелене, та коричневе або бурштинове скло. Скло ідеально

підходить для переробки, оскільки воно, у порівнянні із іншими матеріалами, не деградує під час звичайного використання.

На переробку скла використовується менше енергії, ніж на виробництво скла з піску, вапна і соди. Переробка кожної тонни (1000 кг) скляних відходів у нові предмети значно зменшує кількість викидів у повітря вуглекислого газу (до 315 кг) у порівнянні з його виробництвом [10].

Якщо скло повторно використовується для виробництва нової тари, створюється практично нескінченний цикл переробки. Повторне використання скла у виробництві економить сировину і знижує споживання енергії. Ті вироби зі скла, які не йдуть на переробку, подрібнюють, що зменшує об'єм відходів, які відправляються на звалища.

У сучасності використання переробленого скла як наповнювача для бетону стало популярним, широкомасштабні дослідження проводяться в Колумбійському університеті у Нью-Йорку. Такий наповнювач значно підвищує естетичну привабливість бетону. Дослідження підтверджують, що бетон, виготовлений з використанням переробленого скляного наповнювача, показав кращу довготривалу міцність і кращу теплоізоляцію за рахунок термічних властивостей скляних агрегатів.

Інші варіанти використання переробленого скла включають:

- ізоляційні продукти зі скловати;
- виробництво керамічної сантехніки;
- як керамічний флюс у виробництві цегли;
- астротурф;
- використання у сільському господарстві і ландшафтному дизайні;
- відновлені скляні стільниці;
- матеріал у фільтрах для води;
- абразиви.

4 СТАРТАП ПРОЕКТ ВИРОБНИЦТВА ДИТЯЧОГО МАЙДАНЧИКА ІЗ ВИВЕДЕНИХ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТО

Найбільший відсоток в уживаному авто, як відході, який потребує утилізації або вторинного використання, складають гума, пластик та метал. Ці матеріали можна найбільш ефективно використати під час виготовлення дитячих майданчиків. Адже проблема їх нестачі в нашій країні є нагальною, так як багато дитячих майданчиків залишились ще з часів СРСР, є застарілими та небезпечними. Щороку на дитячих майданчиках по всій Україні зазнають травм сотні тисяч дітей. Причиною цих подій є те, що більшість майданчиків обладнані великою кількістю небезпечних деталей.

У світі вже давно звернули увагу на небезпеку, яку можуть нести звичайні каруселі, балансири чи гірки. Саме тому для запобігання травматизму та нещасним випадкам наприкінці 90-х років в ЄС розробили стандарти безпеки для вуличного ігрового обладнання. Вони регулюють не лише матеріали, з яких повинні бути виготовлені ігрові майданчики, але й правильне розташування елементів, регламентують необхідність їх щорічної перевірки та навіть описують вимоги до безпечності покриття.

Сучасних дитячих майданчиків в Україні надзвичайно малий відсоток. Будівництво таких майданчиків потребує чималих коштів, водночас місцеві органи управління вважають, що є більш нагальні проблеми. Тому їх кількість зростає лише у великих містах, де ведеться будівництво житлового сектору приватними забудовниками, а дитячий майданчик є обв'язкою умовою здачі будинку в експлуатацію. Так як автомобілі мають широкий спектр матеріалів, які підлягають переробці, а кількість машин щороку зростає, то створення майданчиків через утилізацію авто є економічно та екологічно вигідним.

За основу майданчика можна обрати метал, отриманий з автомобіля описаними вище способами. З отриманого металу доцільно виготовляти не лише основні каркаси майданчика, але і ланцюги для гойдалок, гірки. Основними перевагами таких гірок є безпечність, екологічність,

довготривалість. Проте існують і недоліки, такі як висока теплопровідність (влітку нагрівається, взимку охолоджується), схильність до корозії.

Як окрему складову, пластмасу доцільно використовувати для виготовлення гойдалок закритого типу для зовсім малих дітей, задля їхньої безпеки.

Шини є, найчастіше, змінним елементом, тому їх кількість в рази більша ніж кількість автомобілів. Автопокришки можна використовувати як в первинному, так і в переробленому вигляді. Неперероблені шини можуть слугувати основним елементом гойдалок та лабіринтів з покришок. Перероблена гума використовується як покриття майданчиків. Ще одним варіантом є виготовлення батутів, шляхом поєднання гуми та пластмаси.

Аналіз існуючих проектів дитячих майданчиків дозволив обрати один середньостатистичний майданчик (табл. 4.1), розглянути всі деталі і матеріали, та запропонувати свою альтернативу.

Таблиця 4.1 – Матеріали для дитячого майданчика

| Для 1 майданчика | | |
|------------------|-------|-----------|
| Резина | Метал | Пластмаса |
| 3 т | 0,2 т | 0,07 т |

У результаті розроблено план дитячого майданчика та розраховано вартість деталей та матеріалів для його будівництва (рис. 4.1). Запропонований майданчик площею 100 м² включає:

- 1 пісочницю;
- 4 батуту;
- 1 гойдалку;
- 1 гірку;
- 1 лавку;
- 2 смітника;

- огорожу;
- хвіртку.

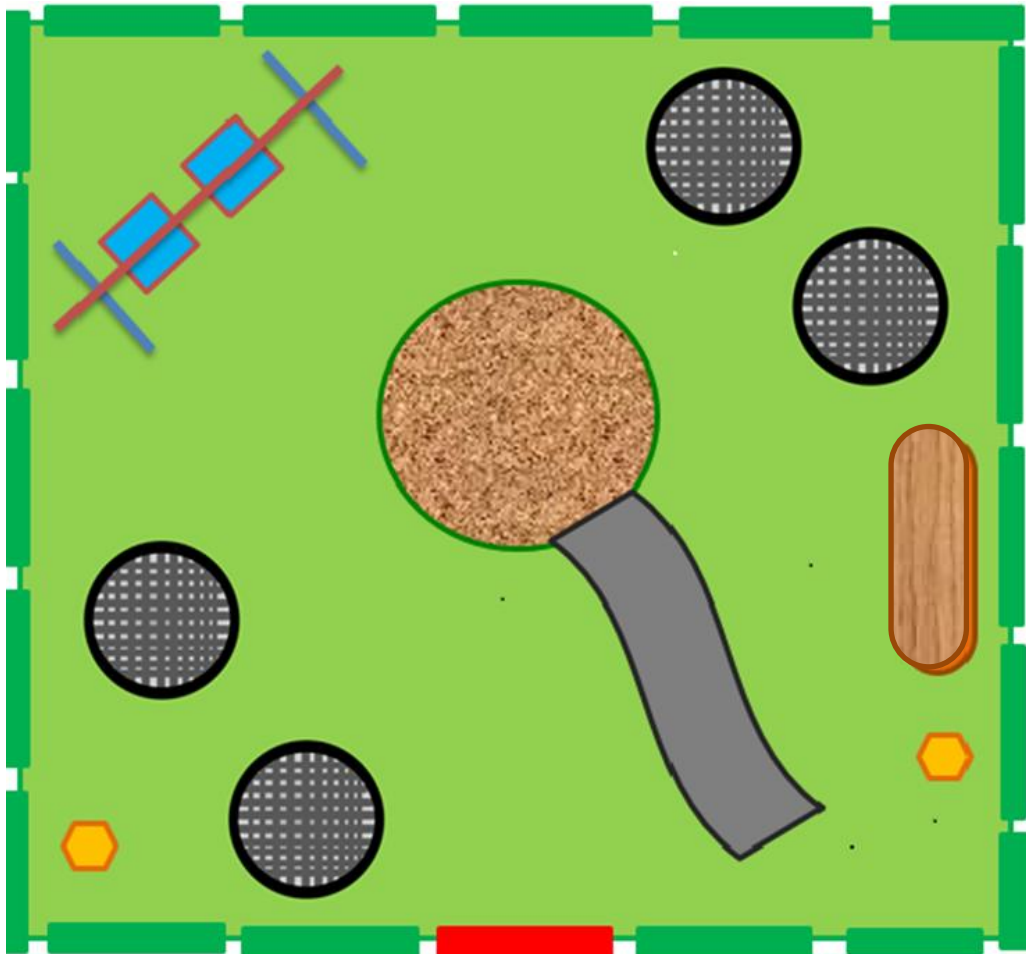


Рисунок 4.1 – План майданчика

Розрахунок необхідної маси резини.

Так як товщина покриття резиною 20 мм, то необхідний об'єм:

$$V_{\text{резини}} = 101 \text{ м}^2 \cdot 0,02 \text{ м} = \mathbf{2,02 \text{ м}^3};$$

$$\rho_{\text{резини}} = 1500 \text{ кг/м}^3.$$

Отже, необхідна маса резини:

$$m_{\text{резини}} = 1500 \text{ кг/м}^3 \cdot 2,02 \text{ м}^3 = \mathbf{3030 \text{ кг}},$$

що приблизно дорівнює 3 тонни.

15 % резини – 1 авто. При середній вазі автомобіля **1,75 т**, в 1 авто – 262,5 кг резини, тобто необхідно **11,5** автомобілів для отримання необхідної кількості резини.

Так як запланована гірка має параметри $4,5 \times 1,5$ м, то її площа дорівнює:

$$S_{\text{гірки}} = 4,5 \cdot 1,5 = \mathbf{6,75 \text{ м}^2}.$$

Так як товщина покриття металу 10 мм, то необхідний об'єм металу:

$$V_{\text{гірки}} = 6,75 \text{ м}^2 \cdot 0,01 \text{ м} = \mathbf{0,0675 \text{ м}^3};$$

$$\rho_{\text{металу}} = 7860 \text{ кг/м}^3.$$

Отже необхідна маса металу складає:

$$M_{\text{металу}} = 7860 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,0675 \text{ м}^3 = \mathbf{530,55 \text{ кг}}.$$

Також метал потрібен для лавки, смітників, огорожі та хвіртки, що разом буде складати приблизно 0,5 т металу. Середня вага автомобіля **1,75 т**, потрібно 0,5 т, тобто необхідно **0,6** автомобілів для отримання потрібної кількості металу.

Виходячи із даних щодо вартості дитячого майданчика зі звичайних матеріалів (табл. 4.2), можна порівняти їх з розрахованими для майданчика з перероблених матеріалів (табл. 4.3).

Таким чином кінцева вартість альтернативного проекту відрізняється у кілька разів. Видно, що за допомогою перероблених матеріалів можна зекономити близько 170 тис. грн. Заощадити вдалося на таких пунктах: основа майданчика, монтаж покриття, резинова плитка, огорожа, гойдалка, металева лавка, урна, установка елементів дитячого майданчику.

Таблиця 4.2 – Вартість дитячого майданчика зі звичайних матеріалів

| Запропонований проект | | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| № п/п | Вид матеріалу/послуги | Необхідна кількість | Ціна за одиницю, грн | Вартість, грн |
| Роботи для підготовки майданчика та матеріали: | | | | |
| 1 | Основа (Корито Н=0,15м, поребрик, щебінь 10 см, фібробетон 5 см), шт | 1 | 160000 | 160000 |
| 2 | Монтаж резинового покриття, м. кв. | 100 | 120 | 12000 |
| 3 | Резинова плитка Тар-тан 30 мм, м. кв. | 100 | 630 | 63000 |
| Роботи для установки огорожі і матеріали: | | | | |
| 4 | Секція (Огородження панельні 2000х2500 3/4 мм з оцинкованої сталі), шт | 20 | 600 | 12000 |
| 5 | Стовп (Розмір профіля = 80х60, Висота стовпа 2500 мм), шт | 21 | 310 | 6510 |
| 6 | Кріплення СТАНДАРТ КОЛОРО, шт | 40 | 16 | 640 |
| 7 | Хвіртка, шт | 1 | 6500 | 6500 |
| 8 | Монтаж | 1 | 12500 | 12500 |
| Обладнання для дитячого майданчика: | | | | |
| 10 | ТС3-3 Гойдалки подвійні на ланцюгах | 1 | 8880 | 8880 |
| 12 | ТС1-2 Металева лавка | 2 | 3900 | 7800 |
| 13 | Урна | 2 | 800 | 1600 |
| 14 | Доставка устаткування+монтаж | 1 | 90537 | 90537 |
| | | | Всього: | 381967 |
| | | | Непередбачені витрати: | 20 % |
| | | | Загалом: | 458360,4 |

Таблиця 4.3 – Вартість дитячого майданчика з перероблених матеріалів

| Альтернативний проект | | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| № п/п | Вид матеріалу/послуги | Необхідна кількість | Ціна за одиницю, грн | Вартість, грн |
| Роботи для підготовки майданчика та матеріали: | | | | |
| 1 | Основа (Корито Н=0,15м, поребрик, щебінь 10 см, фібробетон 5 см), шт | 1 | 150000 | 150000 |
| 2 | Монтаж резинового покриття, м. кв. | 1 | 2500 | 2500 |
| 3 | Резинова плитка Тар-тан 30 мм, м. кв. | 3000 | 10 | 30000 |
| Роботи для установки огорожі і матеріали: | | | | |
| 4 | Секція (Огородження панельні 2000х2500 3/4 мм з оцинкованої сталі), шт | 20 | 223 | 4460 |
| 5 | Стовп (Розмір профіля = 80х60, Висота стовпа 2500 мм), шт | 21 | 111 | 2331 |
| 6 | Кріплення СТАНДАРТ КОЛОРО, шт | 40 | 16 | 640 |
| 7 | Хвіртка, шт | 1 | 2500 | 2500 |
| 8 | Монтаж | 1 | 12500 | 12500 |
| Обладнання для дитячого майданчика: | | | | |
| 10 | ТС3-3 Гойдалки подвійні на ланцюгах | 1 | 1378 | 1378 |
| 12 | ТС1-2 Металева лавка | 2 | 557 | 1114 |
| 13 | Урна | 2 | 107 | 214 |
| 14 | Доставка перероблених матеріалів+Монтаж | 1 | 30560 | 30560 |
| | | | Всього: | 238197 |
| | | | Непередбачені витрати: | 20 % |
| | | | Загалом: | 285836,4 |

У результаті проведених розрахунків встановлено залежність кількості середньостатистичних дитячих майданчиків від кількості уживаних авто (рис. 4.2), яка носить лінійний характер і описується рівнянням $N_{maid}=11,5N_{авто}$.

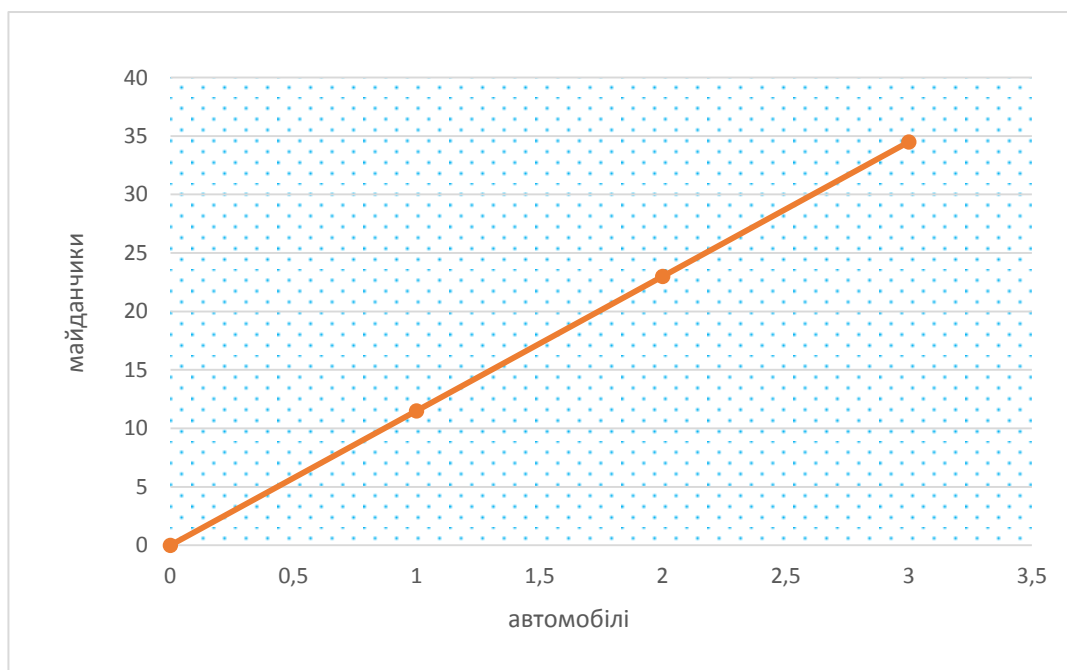


Рисунок 4.2 – Залежність кількості дитячих майданчиків від кількості вживаних авто

Встановлена залежність та результати розрахунків економічної доцільності запропонованого рішення дозволили вперше запропонувати замкнений цикл в економіці, який включає утилізацію вживаних авто та використання отриманих в процесі утилізації матеріалів як сировини для потреб господарства, зокрема для будівництва дитячих майданчиків європейського типу.

ВИСНОВКИ

1. Проведено оцінку сучасної ситуації із вживаними авто в Україні. Обґрунтовано, що прискорене оновлення автопарку, збільшення його чисельності створює реальну та серйозну загрозу навколишньому середовищу та екологічній безпеці України. Зменшити її може раціональне поводження з виведеними з експлуатації автомобілями.

2. Аналіз літературних джерел показав, що на сьогодні у світі реалізуються наступні стадії утилізації: злив на мобільних установках паливно-мастильних матеріалів; розукомплектування автомобілів з попереднім сортуванням за видами матеріалів; подрібнення на шредерних установках непридатних для використання деталей автомобілів; очищення від пилу та бруду, сортування і відділення неметалічних частин; брикетування вторинних матеріалів. Однак в Україні, де обсяги вживаних авто щороку зростають, такі комплекси переробки автокомпонентів відсутні.

3. Обґрунтовано способи утилізації автокомпонентів за типом матеріалу. Наведено приклади виробів, що можуть бути виготовлені із отриманої сировини.

4. Запропоновано серійне виробництво дитячих майданчиків із матеріалів, отриманих в процесі утилізації вживаних авто. Обґрунтовано економічний ефект запропонованого рішення. Кінцева вартість альтернативного проекту відрізняється у кілька разів. Завдяки переробленим матеріалам можна зекономити близько 170 тис. грн на одному дитячому майданчику. Встановлено залежність кількості середньостатистичних дитячих майданчиків від кількості уживаних авто, яка має лінійний характер.

5. Встановлена залежність та результати розрахунків економічної доцільності запропонованого рішення дозволили вперше запропонувати замкнений цикл в економіці, який включає утилізацію вживаних авто та використання отриманих в процесі утилізації матеріалів як сировини для

потреб господарства, зокрема для будівництва дитячих майданчиків європейського типу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кількість європейських авто в Україні. URL: <https://ukranews.com/publication/2280-skolko-evroblyakh-v-ukrayne-y-hto-s-nymu-delat> (дата звернення: 14.02.2020).
2. Утилізація автомобілів. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Автомобіль> (дата звернення: 10.02.2020).
3. Основы конструкции современного автомобиля / А. М. Иванов и др. М.: ООО «Книжное изд-во «За рулем», 2005. 569 с.
4. Yezghor A., Bilous A., Tverda O. Actuality and prospects of solving the problems of European consumption of used cars in Ukraine. Problems and perspectives of modern science and practice: abstracts of scientific conference. 2020. С. 318.
5. Райнхард В. А. Переработка старых автомобилей: Европейский опыт. *Твердые бытовые отходы*. 2007. № 10. С. 70–77.
6. Авторециклинг в странах Балтии. *Рециклинг отходов*. № 2. 2007. С. 19–21.
7. Виллер С. Опыт США. ЦЕЛЬ – 100 % переработка автомобиля + прибыль. *Авто-грин*. 2005. № 1. С. 25–26.
8. Car Recycling. Car Recycling Business in Japan. *JETRO Japan Economic Report*. June-July 2006. 13 p.
9. Рециклинг отходов – прорывной проект XXI века URL: <http://www.innosfera.org/node/727> (дата звернення: 10.02.2020).
10. Вишняков Я. Д., Васляев М. А. Система утилизации автотранспортных средств и отходов технического обслуживания. *Экология и промышленность России*. 2007. №10. С. 50–52.
11. Переробка скла URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Переробка_скла (дата звернення: 10.02.2020).
12. Переробка пластику URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Переробка_пластику (дата звернення: 10.02.2020).