

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ВІДХОДІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

Обґрунтовано можливість використання пластмасових відходів, розглянуто основні стихійні звалища міста Житомира, зміна кислотності їх ґрунтів та вплив кількості накопичення відходів на зміну цієї кислотності, зроблено висновок про необхідність дослідження змін фізичних властивостей поліетиленових відходів залежно від зміни рН фактору ґрунту стихійних звалищ.

Вступ. Области застосування синтетичних полімерів і пластичних мас з кожним роком розширюються. Якщо до недавнього часу пластичні маси використовувалися головним чином в електро- і радіотехнічній промисловості, то тепер одним з основних споживачів пластмас стає машинобудування, де намітилися два важливі напрями: виготовлення деталей різних машин і створення покриттів на металі; виготовлення технологічного оснащення й інструменту.

В даний час пластичні маси широко застосовуються в автомобільній і авіаційній промисловості й інших галузях народного господарства. З пластичних мас можна виготовляти різні конструкційні, декоративно-облицювальні вироби тощо. Бурхливе зростання виробництва пластичних мас і їх широке впровадження в техніку і побут свідчать про високу ефективність нових матеріалів для заміни металів (в першу чергу кольорових металів, нержавіючих сталей і спеціальних сплавів); при конструюванні машин і апаратів, що володіють меншою вагою і підвищеними експлуатаційними показниками.

Полімери – майже єдиний матеріал, створений спеціально для задоволення масових запитів промисловості й населення [1, 4]. Навіть перші й недосконалі полімерні матеріали, до яких можна віднести гуму, целулоїд і плексиглас, забезпечили істотне, а іноді й принципове поліпшення споживчих якостей широкого спектра виробів. У середині минулого століття в індустріально розвинених країнах відбулася справжня "пластико-вінілова" революція. Отримання деяких типів потрібних і звичних виробів немислиме сьогодні без застосування полімерних матеріалів. Виробництво полімерних матеріалів, пластикових виробів і упаковки із застосуванням полімерів привертає

інвесторів надійністю та швидкою окупністю вкладень. Дійсно, перераховані галузі світової економіки розвиваються впродовж останніх 40 років стабільними темпами [1, 5].

Інвестиційні проекти у виробництво полімерів, порівняно з іншими областями прибутку капіталів в Україні, при детальному розгляді виявляються надійнішим і вигіднішим вкладенням капіталу, ніж будь-які інші сфери виробництва. Вражає діапазон інвестиційних можливостей в області виробництва полімерів, як в плані термінів, так в плані географії і масштабів інвестицій. Це викликано, перш за все, специфікою ринків збуту засобів виробництва та готової продукції: їх насиченість складає від одиниць до десятків відсотків (не більше 20–30), що при оцінюваних обсягах в декілька мільярдів доларів обіцяє грандіозні перспективи [1].

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Останнім часом все більш широкое вживання як конструкційних матеріалів знаходять неметалічні, головним чином синтетичні полімерні матеріали, виробництво яких розширяється з кожним роком. Використовують такі традиційні природні матеріали, як дерево, скло, а також полімерні матеріали природного походження (шовк, шкіра, натуральний каучук). Але особливо розширився клас цих матеріалів з освоєнням виробництва синтетичних полімерів, які одержують шляхом хімічної переробки вугілля, нафти, газів, горючих сланців тощо. Головна особливість полімерів полягає в тому, що вони володіють деякими властивостями, що не мають метали, і можуть служити доповненням до металевих конструкційних матеріалів або бути їх заміниками. На сьогоднішній день вказані шляхи практичного вирішення утилізації і вторинної переробки відходів поліетиленового виробництва [1, 6].

Попередній аналіз основних досліджень у галузі утилізації твердих побутових відходів (спалювання сміття, сортування сміття, термолізна деструкція тощо) показує, що перевагу слід віддати методу ендотермічної термолізної деструкції [1, 4–8]. Це обумовлено цілим рядом причин. Перш за все тим, що за допомогою термолізу можна переробляти не тільки побутові, але і промислові вуглецеві відходи, обсяги, накопичення яких в країні внаслідок гіпертрофічного розвитку промислового комплексу вищі, ніж в інших країнах.

За даними вчених за допомогою термолізу можна переробляти такі відходи, як автопокрішки, лом пластмас, відпрацьовані масла, відстійні маси [4–6]. Оскільки після термолізу майже не залишається біологічно активних речовин, поховання твердого зольного залишку не наносить істотної шкоди навколишньому середовищу. До того ж при термолізі утворюється попіл з високою густиною, що різко зменшує

обсяги відходів, які підлягають похованню (зважаючи на термічне розкладання і подальше спалювання речовини, ефект зниження обсягу відходів більший, ніж при прямому спалюванні). Термоліз, на відміну від спалювання сміття, не супроводжується відновленням (виплавою) важких металів, відходи процесу перетворюються на джерела сировини і енергії, що легко транспортуються і акумулюються [7]. Так, відповідно до потреб можна отримувати масла або рідкі палива, які легко транспортуються і зберігаються, газ, який можна безпосередньо подавати по газопроводах споживачеві, і низькосортне тверде вуглеве паливо для промислових енергоустановок. В зв'язку з цим доцільно шукати можливості переробки твердих відходів на коксохімічних заводах, тим більше, що зараз вони завантажені лише на 25–40 % потужності, а деякі коксові батареї виведені на холодну консервацію.

За твердженням британського журналу "The Economist", тверді відходи – це екологічна проблема, що викликає найбільшу заклопотаність жителів розвинених країн [8]. Дослідження деяких вчених вказують на іншу причину: чим жорсткіше було законодавство з контролю води і повітря, тим більше утилізувались твердих токсичних відходів, оскільки всі методи очищення газоподібних і рідких середовищ призводять до концентрації забруднювачів у твердій речовині: у ілах, осіданнях, золі тощо [6].

Аналіз досліджень з розробки біодеградуваних пластмасових мас вказує на певні успіхи в цій галузі. Слід зазначити, що останнім часом активно розробляються біорозкладані полімери не тільки для тари, упаковки і медичного призначення [6], але і полімерні матеріали найширшого цільового застосування: клеї, лаки [5], масла для двигунів, в будівництві, сільському господарстві [7]. При цьому використовуються як чисті полілактиди, так і сополімери молочної кислоти з іншими похідними з ряду гідроксикарбонових кислот [4–6].

За даними компанії "Маркет Репорт" український ринок базових великотоннажних полімерів в 2005 році наблизився до відмітки 700 тис. т. Зростання ринку перевищило оптимістичні очікування і склало 24 %. Роком раніше аналітики з "Маркет Репорт" прогнозували його на рівні 21 % [8].

За даними Державного комітету статистики України в 2007 році зростання ВВП склало 3,6 %, а зростання промислового виробництва – 4,1 %. Таким чином, можна констатувати, що споживання базових полімерів рівно в 10 разів призведе до зростання економіки в цілому. Структура споживання полімерів відповідає загальноєвропейській, виключення складає, мабуть, лише ринок поліетилентерефталатів (ПЕТФ).

Ринок ПЕТФ за підсумками 2006 року виявився самим швидкорослим в Україні – 33 %, що навіть вище за рівень 2005 року, коли було зафіксовано зростання на 26 %. Власне виробництво ПЕТФ грануляту відсутній, тому внутрішній ринок забезпечується виключно імпортними поставаннями. У структурі ринку ПЕТФ особливих змін не відбулося: провідними постачальниками ПЕТФ залишаються корейські компанії, а найбільшими споживачами – Юніпласт, ХЕКРО–ПЕТ і НБГ–Україна. У червні 2006 року виробництво пластмас у первинних формах на території України склало 37,7 тис. т [9].

Постановка завдання. Дослідження має такі завдання: 1) вивчення можливості використання вторинних полімерів у машинобудуванні; 2) аналіз статистичних даних кількості твердих побутових відходів міста Житомира; 3) визначення впливу твердих відходів на кислотність ґрунтів звалищ міста Житомира; 4) проведення рН-аналізу ґрунтів на території звалищ відходів.

Матеріали і результати досліджень. Для машинобудування синтетичні полімери є дуже перспективними конструкційними матеріалами внаслідок їх високої корозійної стійкості, зносостійкості, малої густини (у багатьох випадках вони нетоксичні). Полімерні матеріали можуть замінювати кольорові метали і сплави, що використовуються у вузлах тертя, для деталей виконавчих механізмів (формуючі барабани, штовхачі) і в інших виробках. Серед основних полімерних матеріалів (пластмас, волокон, синтетичних каучуків і лакофарбових покриттів), що використовуються в промисловості, пластичні маси займають перше місце.

Найближчим часом обсяг виробництва пластмас порівняється з виробництвом сталі. Це пояснюється тим, що виробництво пластмас базується на полімерах, які одержані з дешевих і масових джерел сировини, таких як нафта, природний газ, вугілля. Високопродуктивні методи виготовлення деталей з пластмас роблять їх економічно вигідними. Є широка можливість зміни властивостей пластмас шляхом використання різних наповнювачів. Працездатність деталей значною мірою залежить від старіння пластмас, суть якого полягає в поступовому руйнуванні хімічних зв'язків в головних ланцюгах макромолекул. Залежно від природи старіння розрізняють фізичну і хімічну деструкцію (руйнування зв'язків в результаті термічних, механічних і фотохімічних дій). При тривалій роботі під навантаженням пластмаси схильні до повзучості. Тому для пластмас такі поняття, як границя повзучості, границя міцності, що зазвичай використовують при розрахунках конструкцій, умовні. Необхідно

враховувати час, протягом якого деталі працюватимуть, і умови експлуатації.

Є деякі правила, яких слід дотримуватися при проектуванні виробів з пластмас. Перш за все необхідно, щоб напрям впливу навантаження збігався з напрямом волокон наповнювача і орієнтацією макромолекул. З пластмас не рекомендується виготовляти деталі, що піддаються постійним навантаженням. Такі деталі краще працюють в умовах короткочасного навантаження. При конкретному виборі пластмас вимагається визначити температурний інтервал експлуатації і можливий вплив режиму навантаження на технічні характеристики матеріалу. Пластмаси не слід застосовувати при необхідності дотримання точних розмірів у процесі експлуатації. З урахуванням висловлених обмежень визначаються і області використання пластмас.

Для визначення характеристик пластмасових відходів міста потрібно провести аналіз статистичних даних кількості твердих побутових відходів Житомира, визначення впливу твердих побутових відходів на кислотність ґрунтів звалищ міста та проведення рН-аналізу ґрунтів на території звалищ відходів.

Місто Житомир має властивості, які є характерними середньому за величиною обласному центру в Україні. Воно знаходиться в північній частині України. Територія, що займає міська зона, складає 100 км². Кількість населення в 2006 році – 277 900 чол. Однією з нагальних проблем міста є забезпечення належних умов збирання, зберігання та видалення відходів. Ця проблема полягає у відсутності сортування на місцях утворення за видами відходів, у недостатній кількості техніки, що повинна забезпечувати вивезення відходів на сортування, подальшу обробку та на захоронення, відсутності обладнаного за вимогами захисту навколишнього природного середовища від забруднень полігону твердими побутовими відходами (ТПВ) [3].

На промислових підприємствах, в установах, організаціях, комерційних структурах, у жилому фонді міста щорічно утворюється близько 70 тис. т ТПВ [3]. Лише їх частина в обсязі, який перевищує 10–12 % їх утворення, знаходить застосування як вторинні ресурси. При цьому варто зазначити, що сортування не здійснюється ні централізовано при утворенні відходів, ні при їх розміщенні на місці зберігання (звалищі). Відходи з території міста вивозяться на міське звалище. Збирання і вивезення побутових відходів на звалище захоронення відходів у місті проводиться комунальним автотранспортним підприємством 0628 і комунально виробничими житлово-ремонтно-експлуатаційними підприємствами.

Аналіз статистичної інформації обласних комунальних підприємств показує, що механізоване прибирання сміття здійснюється лише в деяких містах нашої області [2]. Крім того, аналіз щорічної статистичної звітності дозволяє виділити ряд тенденцій у процесах прибирання. Так, наприклад, є чітка тенденція до зниження обсягів видалення ТПВ. Переважна більшість полігонів ТПВ не відповідає умовам санітарних норм, деякі з них вичерпали свої потенційні можливості як об'єкти санітарного поховання.

При аналізі досліджень проблема відходів представляється складнішою, ніж просто брак місця для нових звалищ. Таким чином "фізичне" вимірювання проблеми ТПВ – не тільки не єдине, але навіть і не найважливіше, ніж завантаження доквілля. Існують інші взаємопов'язані аспекти цієї проблеми:

1) об'єм пластмасових відходів безперервно зростає як в абсолютних величинах, так і на душу населення;

2) склад ТПВ різко змінюється, включаючи все більшу кількість екологічно небезпечних компонентів.

Таким чином, одна з основних проблем у сфері поводження з відходами – це створення нових технологій утилізації ТПВ. На кінець 2004 року в області нараховувалося 42 стихійних звалища побутових відходів (рис. 1).



Рис. 1. Несанкціоноване звалище в м. Житомирі

На весну 2006 року на території м. Житомира несанкціонованих звалищ нараховується вже більше 25, обсяг накопичення відходів на них спеціалістами екологічної інспекції не розраховувався. Для проведення досліджень обрано найбільші за площею та об'ємами відходів стихійні звалища в м. Житомирі. Дані викидів та зміни рН фактору з 2001 до 2004 років надавалися статистичним відділом м. Житомира [3]. Дослідження даних стихійних звалищ з 2005–2006 р.р. екологічними інспекціями не проводилися. Кислотність ґрунтів у 2007 році визначали експериментально за методикою [5], дані щодо

кількості викидів отримали в статистичному відділі міста Житомира [3].

Несанкціоноване звалище м. Житомира створене в районі берегів р. Кам'янка між районами Корбутівка та Богунія в 2000 році місцевим населенням, яке проживає недалеко від річки Кам'янка (рис. 1).

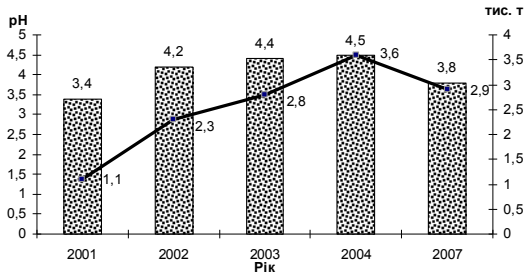


Рис. 2. Несанкціоноване звалище в районі р. Кам'янка

Аналіз показав, що при збільшенні обсягу викидів твердих відходів (більша частина, яких складає поліетиленові відходи) кислотність ґрунту має тенденцію до зростання, але він все одно залишається кислотним (рис. 2). Наприклад в 2007 році рівень рН = 3,8. Результати обсягів ТПВ та кислотності ґрунтів в період за 2001–2004 та 2007 роки показали наявність відмінностей при різних екологічних умовах. Застосуємо математичний апарат кореляційного аналізу до запитання: чи існує явно виражена залежність між об'ємами ТПВ і кислотністю ґрунтів для початкової точки. Оскільки нульова точка дослідження не надає достатньо матеріалу для дослідження динаміки процесів кислотності ґрунту, то недоцільним було б проведення складних процедур криволінійного або множинного кореляційного аналізу. Завданням даного дослідження є аналіз порівняно невеликого та статичного (у розумінні річної динаміки) масиву даних. Тому далі зосередимось на аналізі простої прямолінійної кореляції. Це означає, що буде проводитись попарний пошук лінійних зв'язків між двома ознаками, який показує, що між обсягом ТПВ та кислотністю ґрунтів існує залежність (кореляційний зв'язок $R = 0,81$). Попередній висновок щодо наявності кореляції між ознаками приймаємо, виходячи з того, що кореляційна залежність є середньою. Тому при застосуванні загальноприйнятого критерію оцінки суттєвості кореляційного зв'язку єдиним виявленим значимим зв'язком буде очікуваний зв'язок між обсягом ТПВ та кислотністю ґрунтів. Таким чином, на формування кислотності ґрунту на стихійних

звалищах впливає кількість ТПВ, які вивозяться на звалища, це також зумовлено впливом природно-кліматичних факторів та морфологічним складом відходів та ґрунту.

Несанкціоноване звалище м. Житомира створене в районі вул. 1-го Травня в 1998 році місцевим населенням приватного сектора (рис. 3).

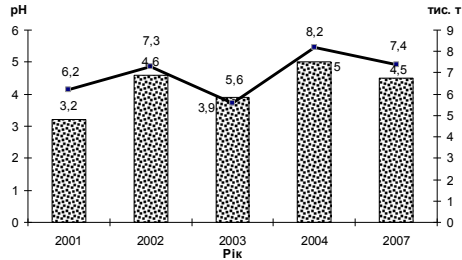


Рис. 3. Несанкціоноване звалище в районі вул. 1 Травня

Несанкціоноване звалище м. Житомира створення в районі вул. Малинська в 2000 році місцевим населенням, яке проживає недалеко. Кількість твердих побутових викидів та зміна рН-фактора ґрунту зображена на рис. 4.

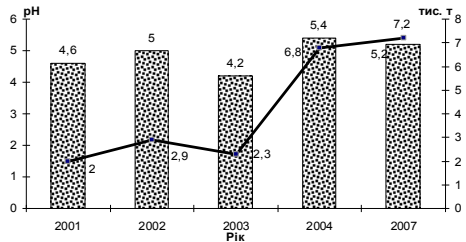


Рис. 4. Несанкціоноване звалище в районі вул. Малинська

При збільшенні обсягу твердих відходів (більша частина яких складає поліетиленові відходи) кислотність ґрунту наближується до нейтральної, особливо в 2004 році. Результати обсягів ТПВ і кислотності ґрунтів у період за 2001–2004 та 2007 роки показали наявність відмінностей при різних екологічних умовах. Кореляційний аналіз показує, що між обсягом ТПВ та кислотністю ґрунтів існує залежність (кореляційний зв'язок $R = 0,83, 0,84$ відповідно на звалищі в районах вул. Малинська та вул. 1 Травня). Щодо даних, які вказують на значущість виявленого кореляційного зв'язку, то слід згадати, що мова в даному випадку йде не просто про ряд експериментальних

даних, які утворюють вибірки величин, аналізованих на предмет кореляційних зв'язків. Випадок, що розглядається, підсумовує середні значення обсягів ТПВ і кислотність ґрунту, а тому питання про існування зв'язків і відповідну функціональну залежність потрібно вирішувати на базі комплексного теоретичного та практичного наукового дослідження, частиною якого є представлена робота. Всі суто механічні намагання звести поставлені питання про зв'язок природно-кліматичних факторів та морфологічним складом відходів до розгляду декількох положень щодо критерію значущості методу знаходження кореляції не можуть і не повинні давати остаточну відповідь, а можуть містити в собі лише підказки напрямку подальших досліджень.

Несанкціоноване звалище м. Житомира знаходиться в районі Богунії на території міської лікарні, куди звозиться сміття з усього приватного сектора району (рис. 5).

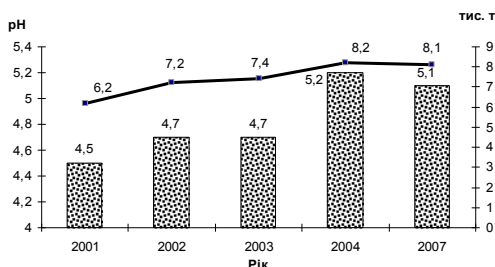


Рис. 5. Несанкціоноване звалище в районі Богунія

На основі динаміки обсягу ТПВ і кислотністю ґрунтів у період за 2001–2004 та 2007 роки був проведений статистичний та кореляційний аналізи. Справді, високі значення коефіцієнта кореляції між обсягом ТПВ та кислотністю ґрунту (відповідно до звалищ в районі Богунія 0,95) можна пояснити теоретично передбаченими тісними зв'язками всіх згаданих ознак та кількості біомаси, наявної у ґрунті, про зв'язок природно-кліматичних факторів та морфологічного складу відходів дослідних ділянок. Однак не слід забувати і про те, що рівні обсяги полімерних відходів складають в нашому випадку величини на два порядки менші інших видів існуючих твердих відходів на даних ділянках. Такий порядок величин може викликати не властивий для природних умов стан зв'язків між складом твердих побутових відходів. Тому зв'язки між морфологічним складом ТПВ та кислотності ґрунту на різних стихійних звалищах скоріше слід

вважати ще невизначеними. В першу чергу, звичайно, це призводить до необхідності продовження досліджень у сфері виявлення динаміки процесів, які протікають на ділянках, з метою остаточного вирішення питання значущості отриманих результатів. Для машинобудування синтетичні полімери є дуже перспективними конструкційними матеріалами внаслідок їх високої корозійної стійкості, зносостійкості, малої густини. Вивчення можливості використання вторинних полімерів у машинобудуванні, для яких необхідні дослідження змін хіміко-фізичних властивостей поліетиленових відходів залежно від зміни рН-фактору ґрунту стихійних звалищ.

Висновки:

1. Головна особливість полімерів полягає в тому, що вони можуть бути використані як доповнення до металевих конструкцій або бути їх повними заміниками. Полімерні матеріали замінюють кольорові метали і сплави, що використовуються у вузлах тертя, для деталей виконавчих механізмів і в інших виробках.

2. Аналіз статистичних даних вмісту твердих побутових відходів показав, що на 2007 р. промисловими підприємствами, установами, організаціями, комерційними структурами, жилим фондом міста щорічно утворюється близько 70 тис. т твердих побутових відходів. При проведенні аналізу звалищ м. Житомира визначено, що на території міста діє лише одне санкціоноване звалище та більше 25 стихійних.

3. На території м. Житомира переважають дерново-підзолисті ґрунти, а на даних стихійних звалищах рН ґрунтів становить від 3,2 до 5,4. Коефіцієнт кореляції кислотності ґрунту на різних стихійних звалищах та обсягів відходів дорівнює 0,81–0,95. Можна стверджувати, що кислотність ґрунту залежить від обсягу накопичення відходів. Ґрунти з часом наближуються до нейтрального середовища, що зумовлено впливом природно-кліматичних факторів та морфологічним складом відходів.

4. Для наступної рекуперації пластмасових відходів необхідні дослідження змін їх хіміко-фізичних властивостей поліетиленових відходів залежно від зміни рН-фактора середовища, в яких вони зберігаються та часу впливу середовища на дані відходи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *В.Ф. Денисов.* Комплекс по утилизации ТБ и ПО с использованием процесса Ванюкова // *Экология городов: Информационный сборник.* – М. – № 5. – 1995. – С. 77–79.

2. Екологічна ситуація Житомирщини: Статистичний збірник. – К.: НДІ статистики Держкомстату України, 2004. – 227 с.
3. Екологічна ситуація Житомирщини: Статистичний збірник. – К.: НДІ статистики Держкомстату України, 2006. – 205 с.
4. *Каменев Е.И., Мясников Г.Д., Платонов М.Г.* Применение пластических масс: Справочник. – Л., 1985. – 448 с.
5. *Петербургский А.В.* Практикум по агрономической химии — М.: Колос, 1968. – 496 с.
6. *Сариев В.Н.* Пути достижения оптимального хозяйствования твердыми муниципальными отходами // Экология городов: Информационный сборник. – М. – № 5. – 1995. – С. 73–75.
7. *Сачков А.Н., Никольский К.С., Маринин Ю.И.* О высокотемпературной переработке твердых отходов во Владимире // Экология городов: Информационный сборник. – М. – № 8. – 1996. – С. 79–81.
8. *Фомин В.А., Гузеев В.В.* Биоразлагаемые полимеры, состояние и перспективы использования // Пластические массы. – Дзержинск: ФГУП «НИИ полимеров», 2006. – № 2. – С. 42–46.
9. <http://www.market-cis.com/>
10. <http://www.polymerindustry.ru/>

ПЛЬЧЕНКО Андрій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- економічні та екологічні показники автомобілів;
- використання сучасних матеріалів у машинобудуванні.

КОЦЮБА Ірина Григорівна – аспірант кафедри геотехнологій ім. проф. М.Т. Бакка Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- утилізація полімерних відходів;
- екологічна безпека;
- використання пластмасових відходів у машинобудуванні.

Подано 19.01.2009