

12. Бухтояров, В. Ф. О вероятно статическом подходе к исследованию электротравматизма и разработке мер по его предупреждению [Текст]: сб. науч. трудов / В. Ф. Бухтояров // Безопасное ведение работ на разрезах. – УкрНИИпроект, 1987. – С. 12–26.
13. International Electrotechnical Commission. IEC Report Publication 60479-1 [Text] : third edition / Effect of current on human beings and livestock. Part 1. General aspects, 1994.
14. International Electrotechnical Commission. [Text] : special aspects / Effects of current passing through the human body. Second edition. – IEC Report Publication 60479-2. – 1987. – Part 2.
15. Bondarenko, E. A. Determination technique of overload capacity of contact voltage and currents [Text] : materials of the 2dn International scientific conference / E. A. Bondarenko // European Science and Technology. – Wiesbaden, Germany, «Bildungszentrum Rodnik e. V.». – 2012. – Vol. II. – P. 189–193.
16. Гладилин, Л. В. Электробезопасность в горнодобывающей промышленности [Текст] / Л. В. Гладилин, В. И. Щуцкий, Ю. Г. Бацезев, Н. И. Чеботарев. – М.: Недра, 1997. – 327 с.

Розглянуто проблему впливу відходів побутового походження на екологічний стан України та запропоновано шляхи її вирішення. Досліджено негативний вплив відходів на екологію України. Проаналізовано недоліки існуючих методів знешкодження твердих відходів. Обґрунтовано метод переробки побутових відходів з метою отримання альтернативних джерел енергії. Встановлено ефективність збору та використання в Україні звалищного газу

Ключеві слова: екологія, середовище, відходи, спалювання, ґрунти, атмосфера, біогаз, звалища, енергія, каталізатори

Рассмотрена проблема влияния отходов бытового происхождения на экологическое состояние Украины и предложены пути её решения. Исследовано негативное влияние отходов на экологию Украины. Проанализированы недостатки существующих методов обеззараживания твёрдых отходов. Обоснован метод переработки бытовых отходов с целью получения альтернативных источников энергии. Установлена эффективность сбора и использования в Украине свалочного газа

Ключевые слова: экология, среда, отходы, сжигание, почвы, атмосфера, биогаз, свалки, энергия, катализаторы

УДК 505.054:504064.4:658.567.3(045)

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДХОДІВ ПОБУТОВОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН УКРАЇНИ

І. Л. Трофімов

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра екології

Національний авіаційний університет

пр. Космонавта Комарова 1, м. Київ,

Україна, 03058

E-mail: troffi@ukr.net

1. Вступ

Серед значної кількості різновидів впливу на навколишнє середовище істотну небезпеку створює забруднення літосфери, атмосфери і гідросфери побутовими та промисловими відходами. У разі проведення досліджень, пов'язаних з вивченням проблеми забруднення побутовими відходами промислово розвинутих урбосистем, значна увага приділялась джерелам небезпеки промислового походження. При цьому роль негативного впливу відходів на екологічний стан України у формуванні рівня екологічної небезпеки вивчена недостатньо.

За останні 100 років людство більш ніж в 1000 разів збільшило енергетичні ресурси, збільшивши при цьому обсяги індустріальної і сільськогосподарської продукції. Це, у свою чергу, призвело до збільшення кількості відходів. У розрахунку на кожного мешканця в індустріально розвинутих країнах щорічно видобувається близько 30 тонн природних ресурсів, з них лише 2–5 % набирають форми продукту, решта потрапляють у відходи. У містах з кількістю населення біля 20 тис. осіб, за добу накопичується близько 64 тонн відходів, які переповнюють звалища та спецполігони. Кількість твердих побутових відходів (ТПВ) щорічно збільшується на 3–6 % [1], що значно перевищує швидкість приросту населення Землі.

Проблема ТПВ є досить гострою для України. Питання поводження з ТПВ, пошуку нових та удосконалення існуючих методів переробки відходів в Україні на сьогодні є досить актуальними.

2. Аналіз літературних джерел за темою дослідження і постановка проблеми

За даними багаторічних спостережень багатьох науковців у зоні життєдіяльності людства, зокрема великих міст, встановлено, що середні річні концентрації небезпечних речовин у повітрі та грантах на території звалищ побутових відходів перевищують ГДК в 1,3–2,5 рази.

Автор роботи [1] звертає увагу, що навіть за умов максимального дотримання на рівні регіону вимог санітарних норм і правил (упровадження атмосферозахоронних заходів, використання ефективних систем контролю за станом атмосферного повітря, наявності об'їзних транспортних магістралей, озелененню території і т. і.) проблема поводження з твердими побутовими відходами залишається відкритою. Такі результати обумовили необхідність проведення моніторингу проявів екологічної небезпеки на рівні аналізу конкретних технологічних процесів утворення небезпечних чинників з метою виявлення об'єктів, які вносять суттєвий внесок у формування екологічної небезпеки.

Автор праці [2] передбачає поєднання природних і техногенних циклів у єдину систему з метою керування цими циклами за рахунок «буферних» зон, які існують об'єктивно, або створення технологічних циклів. Для покращення екологічної ситуації у разі використання ТПВ, автор пропонує удосконалення системи поводження з ТПВ.

Автор праці [3] стверджує, що проблема ТПВ на 2013 рік є досить гострою для України. Наводяться дані, що в Україні накопичено близько 25 млрд. т різних відходів. За оцінками фахівців Євросоюзу, щорічно утворюється 24 млн. т небезпечних відходів, з них 75 % зберігаються на полігонах. При цьому полігонне поховання слід вважати малоефективним для відходів, які можна повторно використати іншими шляхами або утилізувати. Автор, як альтернативний метод поводження з ТПВ, пропонує термічний метод утилізації (сміттеспалювання).

У табл. 1 приведені статистичні дані щодо накопичення, утворення та використання промислових і побутових відходів в Україні [4].

У спрощеному вигляді відходи на 1 людину становлять:

- побутові відходи – 1,1 кг/добу;
- торгівельні – 0,6 кг/добу;
- промислові – 1,4 кг/добу;
- різні речі – 0,1 кг/добу;
- Разом – 3,2 кг/добу.

Автор праці [5] наводить дані, що кількість побутових відходів в країнах Європи становить близько 38–40 млн. м³ щороку (або близько 10 млн. тонн). Як бачимо, Україна не дуже відстає від середньоєвропейської статистики.

Усереднений склад побутових відходів по Україні у відсотках приблизно такий [6]: целюлозомісткі матеріали (папір, картон, газети, обгортка, упаковка та ін.) – 30–35; харчові відходи – 28–30; метали – 4; пластмаса – 4; деревина – 3; текстиль – 5; скло, кераміка – 7; інше – 10–12. Доля відходів з органічною складовою – 70–78 %.

За даними джерела [3], на сьогодні показники утворення відходів у середньому становлять

220–250 кілограмів на рік на одну особу, а у великих містах сягають, навіть, 330–380 кілограмів на рік. В цілому, загальна маса цих відходів сягає 13 млн. тон на рік і ця цифра росте по експоненті. Більше того, серед твердих побутових відходів збільшується частка відходів, яка не піддається швидкому розкладу та потребує значних площ для зберігання.

Таблиця 1

Накопичення, утворення та використання відходів в Україні

Показник	Значення
Промислові відходи	
Накопичення: всього, млрд. т	30
на 1 людину, т	600
на 1 км ² , тис. т	50
Загальна площа, тис. Га	200
Утворення, млн. т / рік	700–710
Утилізація відходів, %	10–15
Тверді побутові відходи (ТПВ)	
Накопичення: всього, млрд. м ³	3-4
на 1 людину, т (м ³)	17 (76)
на 1 км ² , тис. т (тис. м ³)	1,3 (6)
Санціоновані звалища, шт.	771
Утворення ТПВ, млн. т / рік	10–11
Приріст утворення, тис. т / рік (% / рік)	130–200 (1,3–2,0)
Використання побутових відходів, %	2-5

Відомим є те, що утворення біомаси (ріст клітин) зумовлено виробленням у клітинах рослин вуглецю за рахунок процесу фотосинтезу. Щороку завдяки фотосинтезу утворюється така кількість біомаси, що її сухий залишок еквівалентний 220 млрд. т, а це перевищує світову потребу в паливі приблизно в 10 разів.

Тобто, тверді вуглеводневі промислово-побутові відходи, що складають біля половини усіх твердих відходів в Україні – це ще й вторинна сировина, значні запаси якої мають великий енергохімічний потенціал і його можна використовувати більш повніше та з економічною вигодою. Автором праці [6] підраховано, що з відходами економіка країни щороку втрачає 3,3 млн. тонн макулатури, 550 тисяч тонн металів, 660 тис. тонн полімерів, 770 тис. тонн скла, 550 тис. тонн текстилю. Місто за рік може зекономити за рахунок використання побутових відходів 8250 т цінної сировини.

На сьогодні у світовій практиці склалися 2 найбільш розповсюджені методи обеззаражування ТПВ: спалювання на спеціалізованих заводах та захоронення на стихійних чи санітарних звалищах [3, 5]. Кожен з цих методів має свої недоліки, які дуже впливають на екологічну ситуацію в країні, яку і без того можна назвати кризовою через величезну кількість шкідливих компонентів, що потрапляють в атмосферу, ґрунти та водні середовища з викидами транспорту і промисловості.

Автор праці [7] висловлює думку, що спалювання сміття є небезпечним для наколишнього середовища, оскільки в атмосферу виділяються діоксини, фурані, біфеніли, інші шкідливі речовини та велика кількість

пилу. Діоксини руйнують гормональну систему людини, призводять до імунодефіциту і ослаблення захисних сил організму, сприяють розвитку жіночих хвороб, зростанню кількості викиднів та дітей-інвалідів. Сміттєспалювальні заводи вважаються одними з основних джерел утворення діоксинів. Громадська думка щодо сміттєспалювання є різко негативною.

Отже, існуючі методи переробки відходів, які широко застосовуються в Україні, не відповідають сучасним екологічним вимогам, тому на сьогоднішній день пошук альтернативних шляхів вирішення даної проблеми є достатньо актуальним. А оскільки відходи є вторинною сировиною і мають великий енергетичний потенціал, за допомогою альтернативних технологій переробки з них можна отримувати альтернативні носії енергії, що в свою чергу допоможе частково вирішити енергетичну проблему в нашій країні.

Аналіз літературних джерел, присвячених оцінці впливу відходів побутового походження на екологічний стан України та поводженню з ТПВ свідчить про відсутність вирішення цієї проблеми в науковій літературі. Тому актуальність роботи зумовлена відсутністю достатньої кількості даних щодо конкретного метода ефективної переробки побутових відходів.

3. Мета і задачі дослідження

Мета дослідження полягала в проведенні оцінки впливу на стан довкілля та встановлення внеску у формування рівня екобезпеки джерел забруднення навколишнього середовища твердими побутовими відходами, у обґрунтуванні метода ефективної переробки побутових відходів.

4. Обґрунтування доцільності збору та використання в Україні звалищного газу

Є достатньо багато причин вважати, що технології спалювання сміття є тупиковими. Уже в даний час витрати на спалювання 1 кг сміття складають 65 центів. Якщо не перейти на інші технології ліквідації відходів, то витрати будуть рости. До того ж, останнім часом в Європі на сміттєспалювальні заводи значно посилюється тиск «зелена громадськість». Сміттєспалювання не тільки не сприяє розвитку рециклінгових систем, а й навпаки — не зацікавлене в них. У топках згорають насамперед органіка й полімери, а вилучення цих компонентів зі сміттевої маси робить спалювання сміття нерентабельним. Заводи не знищують відходів остаточно. Шлаки та попіл від сміттєспалювання, а це близько 30 % початкової маси ТПВ, все одно мають бути поховані на полігонах. Сьогодні в Україні ССЗ намагаються не робити цього, використовуючи натомість вищезгадані матеріали в будівельній та шляхоремонтній промисловості. Проте все більше національних законодавств вводять попіл і шлак до списку небезпечних відходів, із відповідними нормами та цінами поховання. На відміну від західноєвропейських країн, цей спосіб не набув в Україні великого поширення.

Більш того, енергія, що утворюється під час спалювання, повинна бути утилізована з отриманням пари чи електроенергії. Такі схеми ефективно впроваджені

та функціонують у Китаї [8] та країнах Євросоюзу [9]. На жаль в Україні, поки що, такі схеми не впроваджені.

Разом з тим, постійно збільшується кількість перевантажених сміттєзвалищ, а деякі із цих сміттєзвалищ, на жаль, не відповідають нормам екологічної безпеки. На сьогодні кількість полігонів та сміттєзвалищ в Україні становить близько 4,5 тисяч, проте, існує інша проблема — несанкціоновані сміттєзвалища, кількість яких перебільшує 35 тисяч. Серед європейських країн Україна посідає перше місце за рівнем шкідливого впливу полігонів на довкілля.

Варто зауважити, що на сьогодні постійно погіршується якість роботи ССЗ: через подорожчання газу, потрібного для спалення відходів, його намагаються економити, в результаті чого сміття не спалюється до стану шлаку. Фактично, кінцевою продукцією ССЗ стає обгоріле сміття замість попелу та шлаку. Загалом, діяльність вітчизняних сміттєспалювальних заводів офіційно визнана небезпечною. Крім того, дорогий природний газ та електроенергія роблять діяльність вітчизняних підприємств збитковою. Їх закриття вважається справою часу, і лише відсутність коштів на альтернативні методи поводження з відходами є причиною того, що ССЗ усе ще працюють.

Сьогодні широко розповсюджується думка, що захоронення ТПВ на спеціальних полігонах — більш економічний та універсальний метод, ніж спалювання, і в деяких країнах ТПВ в основному вивозяться на звалища та полігони. Так, кількість ТПВ, що захоплюються на звалищах та полігонах, в Нідерландах — 45–55 %, США — 62–85 %, Канаді — 93–96 %, Росії — 97 %.

В Україні відходи знешкоджуються на 771 офіційному міському звалищі, що займають площу понад 250 тис. га [6]. Переважна більшість звалищ (80–90 %) працює у режимі перевантаження, з давно порушеними проектними показниками щодо обсягів надходження відходів, без дотримання запобіжних заходів щодо забруднення підземних вод та повітряного басейну.

Підготовка сучасного полігону ТПВ включає ущільнення і гідроізоляцію дна, обладнання дренажної системи для відводу фільтраційних вод, прокладання труб для збору утвореного біогазу. Захоронене сміття пересипають шарами піску та глини. При закритті полігону товщина запираючого шару ґрунту звичайно складає близько 0,5 м. У більшості розвинених країн осади стічних вод після попереднього обезвожування утилізують разом з ТПВ. Але ця практика з'явилася тільки в останні десятиріччя і в Україні не проводиться у зв'язку з недостатнім фінансуванням цієї галузі.

Захоронення ТПВ на звалищах пов'язано з екологічними проблемами: забрудненням підземних вод, неприємним запахом, розвитком хвороботворних мікроорганізмів. Але одна з головних проблем, пов'язаних з похованням відходів — утворення біогазу або так званого звалищного газу, компонентами якого є метан (CH_4) та діоксид вуглецю (CO_2) приблизно в рівній пропорції. Біогаз неминуче попадає в атмосферу, що викликає ряд негативних наслідків. Відомо багато випадків отруєння під час технічного обслуговування заглиблених інженерних комунікацій. На громадження газу у тілі полігону часто викликає самозаймання ТПВ. Процес горіння супроводжується

утворенням токсичних речовин, зокрема діоксинів [10]. Глобальна емісія звалищного метану становить 40 млн. тонн на рік, ця величина перевищує масу метану, який виділяють вугільні шахти і є основним джерелом парникових газів планети. Також звалищний газ сприяє появі вибухо- та пожеженобезпечних умов як на самих звалищах, так і на об'єктах поблизу них. Велику небезпеку становить фільтрат, що проникає з території звалищ у підземні води і може принести із собою черевний тиф, дизентерію, холеру, туберкульоз та інші небезпечні хвороби. Також, під сміттєзвалища відчужуються великі площі земель, які практично неможливо використовувати після консервації полігону.

Отже, на сьогодні, технології спалювання та поховання відходів не мають майбутнього, оскільки вони не вирішують жодну з двох найважливіших проблем в світі – екологічну та енергетичну.

Логічно виходить, що найефективніший метод скоротити вихід в атмосферу метану з полігонів ТПВ – це його збір та використання.

Як відомо, процес утворення біогазу відбувається при анаеробному зброджуванні органічних речовин (за відсутності кисню) і складається з двох етапів. На першому етапі складні органічні полімери (клітини, білки, жири тощо) під дією різноманітних видів анаеробних бактерій розкладаються до простіших сполук: летючих жирних кислот, нижчих спиртів, водню та оксиду вуглецю, оцтової та мурашиної кислот, метилового спирту. На другому етапі бактерії перетворюють органічні кислоти на метан, вуглекислий газ та воду.

Останніми роками, системи збору й утилізації біогазу на полігонах ТПВ стали досить розповсюдженими у світі. За даними Європейської біогазової асоціації кількість таких систем у 2013 році складала: у Німеччині – 409, Італії – 89, Швеції – 83, Данії – 17, США – близько 1000. Приблизно третя частина полігонів використовує біогаз для одержання теплової чи електричної енергії. В Україні на Луганському полігоні також існує єдина в Україні система збору біогазу, яка запущена у лютому 2003 року, але досить працює не на повну потужність.

Кількість біогазу, що збирається, дозволяє установити на полігоні газову електростанцію загальною встановленою потужністю 1500 кВт. В такому випадку біогаз утворюється в спеціальних реакторах – метантенках, обладнаних та регульованих таким чином, щоб забезпечити максимальне виділення метану. Енергія, яку отримують при спалюванні біогазу, може досягати від 60 % до 90 % енергії вихідного матеріалу. Якщо реактор працює нормально, отриманий біогаз містить 60–85 % метану, 30–40 % двооксиду вуглецю, невелику кількість сірководню (0–3 %), а також суміші водню, аміаку та оксиду азоту.

Отриманий під час зброджування біогаз не має неприємного запаху, його нижча теплотворна здатність складає 25 МДж/м³. Біогаз має теплоту згорання 5340–6230 ккал/кг (6,21–7,24 кВтгод/кг). Вихід біогазу складає 0,2–0,4 м³ на 1 кг зброджувального сухого матеріалу при витраті 50 кг сухої біомаси на 1 м³ води. Відомо, що 1 м³ біогазу еквівалентний 0,6 м³ природного газу; 0,7 літрам мазуту; 0,4 л бензину; 3,5 кг дров; 12 кг гнойових брикетів. З 1 м³ біогазу можна отримати

електроенергії на 1,7 кВт год і теплоти 2,5 кВт год, при цьому до 30 % біогазу використовується на технологічні потреби установки. Після стиснення біогазу до 15–16 кг/см² можливе використання його для заправлення балонів [10].

На мою думку, збір та використання біогазу (звалищного газу) з полігонів ТПВ, зважаючи також на проблему з енергоресурсами, для України на сьогодні є одним із самих рентабельних методів, але не єдиним. Також, як варіант, пропоную на місцях звалищ ТПВ розміщувати цехи з виробництва каталізаторів з очищення вихлопних газів. Як відомо, каталізатори очищення вихлопних газів автомобілів [11–14], виготовляють зі шламів – відходів виробництва металургійної, електронної та машинобудівної промисловості, які містять оксиди міді, заліза, хрому, нікелю, марганцю, кобальту та інших металів. Але аналіз джерел показав, що ТПВ також містять ці ж самі речовини. Зазначені оксиди знаходяться в шламі у високодисперсному стані. Додаючи до них неорганічні домішки при визначеній обробці, можливо отримувати ці каталізатори. Вони дозволяють забезпечувати очищення вихлопних газів автомобілів від CO₂ до 6–0 % і таким чином захищають атмосферу повітря.

5. Висновки

Проведено оцінку впливу на стан довкілля джерел забруднення ТПВ, проаналізовано проблему поводження з ТПВ в Україні та світі. Встановлено, що на сьогодні спалювання та захоронення ТПВ є неефективними технологіями, оскільки вони не вирішують енергетичну проблему в країні, тому що не дозволяють отримувати альтернативних джерел енергії з відходів, а також негативно впливають на екологічний стан України, забруднюючи атмосферу і води диоксинами та іншими шкідливими речовинами.

Як результат, обгрунтовано, що для України найефективнішим методом на сьогодні є збір та використання біогазу (звалищного газу) з полігонів ТПВ. Економічні показники проектів по видобуванню та використанню звалищного газу є достатньо рентабельними, особливо за близького розміщення звалища біля промислового споживача газу. Розвиток технологій видобування та використання звалищного газу є дуже перспективним для України як з екологічних, так і з економічних позицій, що правда кінце необхідне державне регулювання у сфері переробки відходів, оскільки це не лише покращить екологічний стан нашої держави, а й може суттєво вплинути на покращення енергетичної ситуації в Україні.

Проблему поводження з ТПВ в Україні потрібно вирішувати комплексно, використовуючи сучасні світові технологічні методи і засоби. Наприклад, паралельно із збором та використанням звалищного газу з полігонів ТПВ, одночасно на місцях звалищ ТПВ розмістити цехи з виробництва каталізаторів з очищення вихлопних газів. Саме такий комплексний підхід, дозволить не лише покращити екологічний стан нашої держави, а й упровадити та використовувати альтернативні види енергоресурсів.

Література

1. Єфремов, І. С. Проблеми поводження з твердими побутовими відходами [Текст] : зб. наук. стат. / І. С. Єфремов, С. В. Марчук // IV-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013). – Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2013. – С. 31–33.
2. Статюха, Г. А. Устойчивое развитие – концепция, подходы и модели [Текст] / Г. А. Статюха // Системний аналіз та інформаційні технології. Матеріали Міжнародної конференції SAIT 2011. К.: УНК «ИПСА» ННТУ «КПИ», 2011. – 38 с.
3. Петрова, М. А. Напрямки підвищення екологічної безпеки термічної утилізації твердих побутових відходів [Текст] : зб. наук. стат. / М. А. Петрова, М. О. Войтович // IV-й всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013). – Вінниця: Видавництво-друкарня ДІЛО, 2013. – С. 77–80.
4. Парфенюк, А. С. Ефективний шлях вирішення проблеми твердих відходів в Україні – індустріальна термоміжно-енергетична рекуперация [Текст] / А. С. Парфенюк, А. А. Топоров, І. В. Кутняшенко // Безпека життєдіяльності. – 2005. – № 12. – С. 36–41.
5. Rotter, S. Incineration: RDF and SRF – Solid Fuels from Waste. Mechanical biological treatment [Text] / S. Rotter // Solid Waste Technology & Management. – , Publication A. John Wiley and Sons, United Kingdom. – 2011. – Vol. 1.1.
6. Орфанова, М. М. Использование механохимических процессов для решения проблем утилизации отходов [Текст] / М. М. Орфанова, В. И. Пустогов // Екологія. – Луганськ: Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля. – 2008. – № 1(3). – С. 71–73.
7. Бахарев, В. С. Оцінка рівня техногенної небезпеки промислових підприємств в умовах пилового забруднення атмосферного повітря [Текст] / В. С. Бахарев // Вісник КДПУ. – Кременчук: КДПУ. – 2005. – № 5 (34). – С. 121–125.
8. Cheng, H. Municipal solid waste fueled power generation in China: a case study of waste-to-energy in Changchun city [Text] // H. Cheng, Y. Zang, A Meng, Q. Li. // Environmental Science and Technology. – 2007. – Vol. 41, № 21. – P. 7509–7515.
9. Grosso, M. Efficiency of energy recovery from waste incineration, in the light of the new Waste Framework Directive [Text] / M. Grosso, A. Motta, L. Rigamonti // Waste Management. – 2011. – Vol. 30, № 7. – P. 1238–1243.
10. Труфанов, А. В. Некоторые проблемы экологического предпринимательства в сфере обращения с отходами производства и потребления [Текст] / А. В. Труфанов // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2005. – № 1. – С. 140–144.
11. Лобойко, А. Я. Исследование влияния технологии приготовления катализатора на распределение каталитически активного вещества по поверхности носителя [Текст] / А. Я. Лобойко, В. А. Векшин, Н. Б. Маркова, М. И. Ворожбян, Л. П. Шапарева // Технологія каталізаторів і сорбентів. – 2010. – № 10. – С. 59–62.
12. Orlyk, S. M. Palladium in Gas-Phase Processes of Environmental Catalysis in «Palladium: Compounds, Production and Applications» [Text] / S. M. Orlyk, S. O. Soloviev // Series: Material Science and Technology (Ed. Kenneth M.Brady). – Nova Science Publishers, 2011. – 356 p.
13. Fino, D. EuropaCat-V [Text] / D. Fino, N. Russo, C. Badini // Limerick. – Ireland, Abstracts, 2001. – Book 3. – 7.P-07.
14. Rashidzadeh, M. Alumina-Based Supports for Automotive Palladium Catalysts [Text] / M. Rashidzadeh, M. H. Peyrovi, R. Mondegarian // Reaction Kinetics and Catalysis Letter. – 2000. – № 69 (1). – P. 115–122.