

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МЕХАНОАКТИВАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

М. М. Орфанова, Я. М. Семчук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. E-mail: orfanova@rambler.ru

Постійне зростання об'ємів нагромаджених відходів в Україні призводить до збільшення площі земель, відведених під видалення відходів, іноді родючих земель. Стає все більш актуальним пошук нових напрямків поводження з відходами. Показана перспективність використання методу механоактивації для вирішення проблеми утилізації відходів. Надається коротка характеристика методу механоактивації. Наведені технологія отримання в'язучого наповнювача у виробництві будівельних матеріалів на прикладі приготування цементної суміші з додаванням до 30 % механоактивованих кварцвмісних матеріалів (пісок, зола ТЕС), технологія вилучення металів з відходів на прикладі отримання порошку міді з гальванічних відходів. Розглядається вплив механоактивації на зміну властивостей вуглеводневих речовин. Створена технологія отримання мінерального порошку для асфальтобетонних сумішей на основі нафтошламових відходів.

Ключові слова: утилізація, механоактивація, кварцвмісні відходи, гальвановідходи, нафтошлами.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МЕХАНОАКТИВАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

М. М. Орфанова, Я. М. Семчук

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа,
ул. Карпатская, 15, г. Ивано-Франковск, 76018, Украина. E-mail: orfanova@rambler.ru

Постоянный рост объемов накопленных отходов в Украине приводит к увеличению площади земель, отведенных под удаление отходов, иногда плодородных земель. Становится все более актуальным поиск новых направлений обращения с отходами. Показана перспективность использования метода механоактивации для решения проблемы утилизации отходов. Предоставлена короткая характеристика метода механоактивации. Приведены технология получения вязущего наполнителя в производстве строительных материалов на примере приготовления цементной смеси с добавлением до 30 % механоактивированных кварцсодержащих материалов (песок, зола ТЕС), технология извлечения металлов из отходов на примере получения порошка меди из гальванических отходов. Рассматривается влияние механоактивации на изменение свойств углеводородных веществ. Представлена технология получения минерального порошка для асфальтобетонных смесей на основе нефтешламовых отходов.

Ключевые слова: утилизация, механоактивация, кварцсодержащие отходы, гальваноотходы, нефтешламы.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. У 2011 р. в Україні утворилося 447,6 млн. т відходів, з яких 442,4 млн. т – це відходи, від виробничої діяльності підприємств та організацій, 5,2 млн. т – відходи, що надійшли на переробку від домашніх господарств та сфери послуг [1]. Основна маса відходів за категоріями представлена наступним чином: мінеральні відходи (71 %), пусті породи (10,6 %), відходи згоряння (4,8 %), тваринні та рослинні та подібні відходи (4,6 %), осад промислових стоків (2,2 %), металічні відходи (1,8 %), побутові та подібні відходи (1,8 %), змішені та недиференційовані матеріали (1,6 %), інші відходи (1,6 %). На спеціально відведених місцях у 2011 р. було розміщено 277,1 млн. т відходів, що становило 61,9 % від усього обсягу утворених відходів в Україні. Із загальної кількості відходів відходи мінерального походження склали 201,8 млн. т (73 %), відходи хімічного походження (відпрацьовані розчинники, мастила, кислоти, луги, солі, відпрацьовані хімічні каталізатори, відходи хімічних препаратів, хімічні осади та залишки) – 3,1 млн. т (1,1 %).

За даними [1], на початок 2012 р. у місцях видалення та на території підприємств кількість відходів складало 19509,4 тис. т. У розрахунку на 1 км² території України це становить 32,3 т. Загальна площа тери-

торії, відведеної для видалення відходів, становить 380,7 тис. га, у тому числі для ТПВ – 36,9 тис. га.

В Україні протягом 2011 р. утилізовано (оброблено, перероблено) 153,7 млн. т відходів, що становить 34,3 % від загальної кількості утворених відходів.

Таким чином, проблема зменшення об'ємів нагромадження відходів і, відповідно, зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище залишається одним з актуальних питань сьогодення.

З іншого боку, значна різноманітність відходів, різноманітний а, в деяких випадках, і досить складний компонентний склад, різноманітність фізико-хімічних властивостей вимагає комплексного підходу до вирішення проблеми як зберігання відходів, так й їх утилізації. Така ситуація потребує пошуку нових альтернативних напрямків поводження з відходами, одним з яких може бути застосування методів механоактивації речовин, що базуються на механохімічних ефектах.

Мета роботи – дослідження щодо вивчення можливості застосування методу механоактивації задля утилізації відходів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Механоактивація, або механічна активація речо-

вин – це змінення фізико-хімічних властивостей та енергетичного стану речовини внаслідок інтенсивних механічних навантажень. На даний час численні експериментальні та теоретичні дослідження в даній галузі дозволили встановити різноманітність явищ, що супроводжують процес механічної активації речовини. Це стосується речовин різного агрегатного стану. Проте загально визначеного наукового та теоретичного підґрунтя, щоб дозволило описати природу та механізм ініціювання механохімічних процесів внаслідок інтенсивних механічних навантажень на речовину, на даний момент не визначено.

Встановлено, що ефекти механічної активації найбільш яскраво проявляються в умовах тонкого та надтонкого помелу речовини. Науковцями [2] було виділено чотири ступеня активації речовини:

- перша стадія передуює руйнуванню, коли формуються зони залишкових напружень;
- друга стадія утворює нові поверхні, в результаті чого відбувається трансформація механічної енергії апарату в поверхневу енергію матеріалу без порушення внутрішньої структури;
- третя стадія – стадія тонкого подрібнення, коли із збільшенням вільної поверхні відбувається змінення внутрішньої структури матеріалу;
- четверта стадія – стадія надтонкого подрібнення, коли вихідний матеріал перетворюється в зовсім нову речовину з іншою будовою, властивостями і навіть елементним складом.

Основними способами механічної дії на тверде тіло при подрібненні є удар і тертя. Вони викликають такі основні фізичні явища [2–4]: порушення суцільності матеріалу і збільшення вільної поверхні речовин; викликають пружні та пластичні деформації; порушують кристалічну ґратку матеріалів, що викликає утворення точкових дефектів, лінійних дислокацій, які мають запас надлишкової енергії; через порушення суцільності матеріалу ведуть до розриву хімічних зв'язків речовини; нагрівають матеріали, які подрібнюються; ініціюють випромінювання електромагнітних хвиль в широкому діапазоні, в тому числі звукових та світлових; стимулюють емісію електронів і створюють різницю потенціалів; при тонкому подрібненні ведуть до аморфізації речовини з відповідним зміненням усіх її термодинамічних характеристик і реакційної здатності. Саме такі фізичні явища ведуть до хімічних перетворень, тобто до механохімічних реакцій.

З урахуванням процесів, які супроводжують подрібнення, робота зовнішніх сил у загальному випадку переходить в енергію новоутвореної поверхні, енергію пластичних і пружних деформацій, енергію точкових дефектів та інших порушень кристалічної ґратки, енергію емісії електронів та електромагнітного випромінювання, енергію хімічних перетворень у процесі подрібнення і теплову енергію за рахунок можливого розігріву, а також теплоту, яку система втрачає під час процесу подрібнення (при умові, що подрібнення відбувається без підводу тепла) [5].

Гетерогенні хімічні реакції взаємодії твердих реагентів з твердими речовинами, рідинами та газоподібними речовинами лежать в основі багатьох технологічних процесів. Технічний прогрес диктує необхідність прискорення технологічних процесів, а механоактивація мінеральних речовин при тонкому і надтонкому подрібненні є методом прискорення хімічних реакцій твердих речовин, що сприяє створенню прогресивних технологій переробки корисних копалин і в тому числі відходів виробництва [5].

Результати досліджень показують, що більшість екологічних задач, пов'язаних з утилізацією відходів, вже зараз можуть вирішуватися за допомогою механоактивації речовин і при тому ж з економічним ефектом.

Наприклад [2–4], в умовні відвали складається мінеральна сировина зі значним вмістом кольорових, рідкісних і дорогоцінних металів, вилучення яких на сучасному рівні розвитку технології економічно недоцільне. Умовні відвали накопичуються у вигляді піритних огарків сірчанокислотного виробництва, сульфідних хвостів магнітного збагачування залізних руд, відходів свинцево-цинкових і мідно-нікелевих заводів і залишків після ціанування золотоносних руд. Ліквідація сульфідних відвалів і піритних огарків є невідкладною екологічною задачею, вирішення якої дозволить виключити забруднення оточуючого середовища. Відомо, що кожна тонна піриту у відвалах – це дві тонни сірчаної кислоти, вилученої з промислової сфери і викинутої в оточуюче середовище. Крім сульфідної сірки такі відвали містять миш'як, ртуть, свинець, цинк ті інші елементи, забруднення якими ґрунтів, вод та атмосфери небажано. Крім того, утилізацію умовних відвалів слід розглядати як додаткове джерело дешевої мінеральної сировини.

Механоактивація відкриває перспективу вирішення даної проблеми, так як дозволяє створити економічно ефективні технології вилучення елементів із відвалів. Після вилучення металів і сірки умовно відвальну сировину можна перевести в розряд безумовних відвалів, мінеральна маса яких може бути використана для закладки гірничих виробок або в дорожньому будівництві.

Експериментальні дані показують, що активація подрібненням підвищує ступінь вилучення миш'яку з 3,5 до 42–49 % і суттєво впливає на інтенсивність бактеріального вилуговування, підвищуючи вилучення до 75–78 %.

Активація подрібненням знаходить застосування при вирішенні питань комплексного використання мінеральних ресурсів і зниження шкідливої дії продуктів переробки сировини на довкілля. В цьому відношенні її застосування перспективно в таких аспектах: утилізація відходів виробництва, розробка технологій селективного вилучення компонентів із відвалів.

Під дією механоактивації кварцвмісні матеріали набувають в'язучих властивостей. Так, наприклад, якщо взяти кварцовий пісок, додати до нього води і

обробити в механохімічному активаторі, то одержують водокерамічну в'язучу суспензію – новий матеріал. Коли суспензія висихає, то утворюється моноліт з міцністю від 10 до 60 МПа. Зразки, одержані з водокерамічної в'язучої суспензії, за своїми властивостями і характеристиками конкурентноздатні з виробами на основі цементу. Здатність кварцвмісних матеріалів набувати в'язучих властивостей під дією механоактивації є основою розробки технологічних процесів утилізації всіх золошлакових відвалів з метою одержання будівельних матеріалів. За допомогою методів механоактивації можливе вирішення проблеми одержання безцементних в'язучих матеріалів.

На базі механохімічних ефектів, які виникають у речовині як наслідок механоактиваційного впливу, розробляються та удосконалюються технологічні процеси переробки мінерально-сировинних ресурсів. Проте напрямок застосування механоактивації для вирішення проблеми утилізації відходів до сих пір залишається маловивченим.

Нами були проведені дослідження в трьох основних напрямках:

- вплив механоактивації на в'язучі властивості кварцвмісних матеріалів;
- вплив механоактивації на вилучення металів з відходів;
- вплив механоактивації на вуглеводні.

Вплив механоактивації на в'язучі властивості кварцвмісних матеріалів. Тонке подрібнення сприяє збільшенню реакційної здатності речовин і, відповідно, прискоренню хімічних реакцій як між твердими фазами, так і між твердими і рідкими. Так, наприклад, для активованого цементу характерне прискорення процесу твердіння та більш висока ступінь гідратації. Активність цементу залежить від типів активуючих засобів. Дослідженнями встановлено, що активність цементу збільшується з часом подрібнення, в той час, коли збільшення дисперсності припиняється. Важливий фактор, який впливає на активність цементу, це середовище подрібнення. Рентгеноструктурним і термографічним аналізами показано, що ступінь деструкції мінералів при однаковій дисперсності цементу значно нижча. Дослідженнями встановлено, що для механоактивованого цементу характерно значне зменшення пористості та проникності. Проникність знижується приблизно на два порядки, що є важливим з точки зору якості ізоляційних робіт. Вивчення гідратаційної активності цементу різного мінералогічного складу показує, що існує можливість більш значного підвищення міцності цементу.

Відомо, що під дією механічної активації матеріали, до складу яких входить кварц, набувають в'язучих властивостей, що є основою для використання відходів з вмістом кварцу як наповнювачів будівельних і тампонажних матеріалів, одержання безцементних в'язучих [6–8]. Крім того, методами механічної активації можливе відновлення властивостей лежалих цементів. Цементний камінь, одержаний на основі активованих матеріалів, характери-

зується підвищеною міцністю та зниженою водопроникністю. Механічна активація сприяє утворенню щільної та однорідної структури цементного каменю.

Як показують дослідження, при механічній активації кварцвмісних матеріалів значно підвищується їх реакційна здатність, механічна міцність підвищується в 1,5–2 рази, поліпшуються реологічні властивості. Одночасне оброблення цементно-золювальної та гіпсозольної суміші в механоактиваторах дозволяє використовувати золошлаки як в'язучий матеріал. Одночасний помел шлаку з кварцовим піском приводить до підвищення стабільності розчину, збільшення механічної міцності цементного каменю і впливає на час тужавіння. У зразків цементного каменю, одержаних з механічно активованих матеріалів, текстура гідратних новоутворень, які складаються здебільшого з гідросилікатів і заповнюють поровий простір між негідратованими частинками і кристалами новоутворень, є щільнішою, ніж у зразків звичайного цементного каменю, а пористість знижується на два порядки.

Дослідження проводились з кварцовим піском, золошлаковими відходами та дефекатом.

Активація кварцового піску та кварцитового шламу дає можливість замінювати до 30 % цементу. Механоактивація зол ТЕЦ дозволяє провести заміну до 20–30 % цементу. Дефекат (відходи цукрової промисловості) можна використовувати як наповнювач цементної суміші при його вмісті до 20%. Цементний камінь, який при цьому утворюється, за своїми показниками міцності повністю відповідає вимогам ДСТУ. Одержані результати та їх практичне використання дозволяє не тільки економити цемент при підготовки будівельних сумішей, а й відкриває можливості утилізації відходів багатьох виробництв, враховуючи масштаби використання в'язучих матеріалів.

Вплив механоактивації на вилучення металів з відходів. Проведені дослідження з шламами нейтралізації відходів травлення друкарських плат показали можливість отримання порошку міді методом механоактивації [6, 9]. Підготовлений на основі гальванічних шлаків кислий мідьвмісний розчин обробляється в умовах механохімічних дій. Це прискорює процес відновлення міді з розчину металом з нижчим електродним потенціалом. Даний метод дозволяє впродовж 15–45 с отримувати мідний порошок із вмістом міді 99,5 %. Розмір фракцій отриманого порошку становить 0,5–400 мкм і залежить від технологічних параметрів проведення процесу. При цьому не відбувається відкладення осаду на поверхні реакційної камери і на поверхні металу-осаджувача. У періодичному режимі пульпу порошку міді отримують через 15–45 с, а в проточному режимі пульпа перекачується в ємність для осадження мідного порошку і його подальшої промивки і консервації.

Здійснення даного процесу виключає необхідність використання дорогих реагентів, проведення додаткових операцій по отриманню порошку міді,

що робить технологічний процес простішим, також процес протікає при нормальних температурах і тиску. Таким чином істотно підвищується економічна ефективність процесу отримання порошку міді, що знижує собівартість продукції.

Представлена технологія при відповідному доопрацюванні може бути основою для розробки економічно ефективних технологій переробки гальванічних відходів і використана також для проведення досліджень по отриманню інших металів з виробничих відходів та відвалів.

Вплив механоактивації на вуглеводні. В даному напрямку дослідження проводились з високов'язкою нафтою, мазутом [6, 10, 11].

Відомо, що при механохімічній обробці змінюється хімічний склад вуглеводнів. Механоактивація водонафтової емульсії призводить до руйнування її вуглеводневої частини в напрямку збільшення кількості легких вуглеводнів при одночасному зменшенні вмісту важких. Якщо без активації розгонка вуглеводневої частини емульсії починається практично з 200 до 300 °С википає всього 15 %, то після активації вихід легких фракцій починається з 100 до 300 °С википає 21 %. Спостерігаються також механохімічні перетворення нафтових вуглеводнів (після активації паливного мазуту). Встановлено, що при руйнуванні важких вуглеводнів з температурою кипіння вище 400 °С утворюються більш легкі вуглеводні з температурою кипіння нижче 280 °С, вихід яких збільшується в 2–3 рази порівняно з їх вмістом у вихідному мазуті.

Одержані результати дають підставу для очікування можливості аналогічних перетворень нафтової сировини при відповідних механоактиваційних діях. Попередні дослідження показали, що при механоактивації нафти на протязі 5 с відбувається суттєве зниження температури початку кипіння с 460 до 350 °С, що свідчить про утворення в нафті пентанових і бутанових складових (температура кипіння пентану становить 360 °С). При збільшенні часу механоактивації температура початку кипіння нафти поступово підвищується і при збільшенні часу експозиції до однієї хвилини стає навіть вище температури початку кипіння вихідної нафти. Одержані результати безумовно підтверджують наявність хімічних перетворень у складі нафти в умовах механічної активації.

У процесі проведення досліджень з високов'язкою нафтою спостерігались наступні ефекти:

- при механоактивації проба нафти нагрівалась на 5–20 °С залежно від часу активації, в результаті чого посилювалось випаровування легких фракцій під час розгерметизації контейнера з нафтою;

- після механообробки в залежності від часу активації виділялась значна кількість газу під час розгерметизації контейнера з нафтою;

- помічено, що після механічної обробки емульгованої нафти виділялась вода, емульсія частково розбивається навіть без добавки реагентів і підігріву.

Проведений комплекс робіт по дослідженню

можливості застосування ефектів механоактивації в процесах переробки залишків нафто- і газопереробки. Результати проведених досліджень показали, що механоактивація може бути ефективно застосована для перетворення газоподібних та рідких нафтопродуктів і цей процес підлягає регулюванню. Під дією механоактивації за рахунок деструкції важких фракцій з температурою кипіння вище 400 °С утворюються більш легкі вуглеводні з температурою кипіння до 280 °С, вихід яких змінюється від 15 до 44 % залежно від умов активації, що в декілька разів перевищує вихід цих фракцій із вихідного неактивованого продукту. Механоактивація відходів нафто- і газопереробки дозволяє одержувати з них додатково значну кількість легких фракцій вуглеводнів, що зменшує об'єми відходів і відкриває перспективу більш поглибленої переробки нафтогазової сировини.

Попередні дослідження дали підставу для проведення досліджень в напрямку можливості використання методу механоактивації з метою утилізації нафтошламів [11].

Одним з напрямків утилізації нафтошламів є їх використання у дорожньому будівництві для підготовки мінерального порошку для асфальтобетонних сумішей. Основними компонентами суміші для верхніх та нижніх шарів доріг є щебінь або гравій, природний або подрібнений пісок, нафтовий бітум і мінеральний порошок. Для виготовлення мінерального порошку використовують гірські породи, цемент. Як добавки для регулювання його характеристик і властивостей додають нафтові бітуми, смоли, мазут нафтовий, дизельне паливо, суміш поверхнево-активних речовин із в'язкими нафтовими бітумами

У дорожньому будівництві нафтошлами використовуються як компонент, який дозволяє покращити якість асфальтобетонних сумішей: підвищити міцність і знизити водопоглинення, при цьому вартість дорожнього покриття зменшується. Для зниження температури крихкості, підвищення зчеплення в'язучого компонента з мінеральним матеріалом використовують (% за масою): бітум 20–60, нафтошлам 20–69, відходи виробництва синтетичного каучуку 1–10, відходи виробництва мінерального масла 1–40. Для підвищення водостійкості використовують (% по масі): бітум 3–5 %, нафтошлам 1–4 %, решта – мінеральний матеріал.

Таким чином нафтошлами можна розглядати як мінеральний порошок, який може бути використаний в якості добавки до асфальтобетонних сумішей при будівництві автодоріг. Для переробки нафтошламів на компонент суміші для дорожнього будівництва існують напрямки з різними технічними рішеннями.

На даний час розроблені технології одержання активованих мінеральних порошоків із кремнеземистого матеріалу і активованих кварцових пісків, модифікованих бітумів і бітумних емульсій, в якості яких може використовуватись нафтошлам. Проте існуючі на даний час більшість технологій виготов-

лення мінерального порошку на основі нафтошламів вимагають використання хімічних реагентів, дотримання жорстких вимог до складу та якості відходів. Така ситуація значно обмежує можливості використання нафтошламів. Це пов'язано з нестабільним складом нафтошламівих відходів, тобто вміст кожної компоненти відходів коливається в досить широких межах. Основними його складовими є вуглеводні, механічні домішки, просочені нафтопродуктами, та вода. Також існує необхідність регулювання властивостей бітумних в'язучих для розширення масштабів використання відходів у даному напрямку.

Таким чином, одержаний мінеральний порошок має відповідати таким показникам: гранулометричний склад, пористість, показник зчеплення з бітумом і показник бітумомісткості. І в даному випадку важливим є регулювання фізико-хімічних властивостей компонентів, що залежить від процесів, які протікають на поверхні речовин.

Вибір методу механоактивації для отримання мінерального порошку на основі нафтошламів ґрунтується на тому, що складовими порошку є мінеральна та органічна компоненти.

Механоактиваційна обробка мінеральної складової порошку дозволить підвищити її реакційну здатність і досягти оптимального гранулометричного складу, збільшити поверхню взаємодії з органічною складовою, що впливатиме на характеристики одержаного порошку.

Механоактиваційна обробка органічної складової порошку призведе до руйнування хімічних зв'язків, що впливатиме на характер взаємодії з мінеральною складовою. Підґрунтям вибору методу механоактивації для переробки нафтошламів на мінеральний порошок для дорожнього будівництва є дослідження інших науковців в напрямку впливу механообробки на фізико-хімічні властивості речовин, а також одержані результати попередніх досліджень.

Відомо, що тонке диспергування речовини завжди супроводжується зміненням фізичного стану та хімічних властивостей подрібненого матеріалу. Таким чином, механоактиваційна обробка інгредієнтів мінерального порошку в умовах подрібнення дозволить змінювати їх реакційну здатність, а відтак регулювати і досягати необхідних фізико-хімічних характеристик одержаного продукту.

Оскільки нафтошлами містять в значній кількості органічні сполуки, то в умовах механоактиваційної обробки будуть відбуватись в них механохімічні перетворення. Це пов'язано з тим, що механічна активація високомолекулярних нафтових вуглеводнів призводить до руйнування хімічних зв'язків та утворення речовин із меншою масою і більш низькою температурою кипіння, до деструкції високомолекулярних сполук з одночасним процесом об'єднання радикалів і створення легких вуглеводнів.

Дослідження проводились в таких напрямках:

– одержання мінерального порошку з викорис-

танням активованих нафтошламів;

– одержання мінерального порошку з використанням активованого піску.

Результати досліджень з використанням активованих нафтошламів показали наступне:

– гранулометричний склад залежно від часу активації нафтошламів не змінюється;

– значення показника бітумомісткості збільшується при збільшенні часу механоактивації;

– значення показника пористості практично не змінюється при зміні часу активації;

– значення показника вологості знижується;

– механоактивація нафтошламів знижує значення показника втрат при прожарюванні;

– значення показника набрякання з бітумом знижується.

Результати досліджень з використанням активованого піску показали наступне:

– кількість фракції порошку дрібніше 0,071 мм збільшується при збільшенні часу механоактивації піску;

– значення показника бітумомісткості збільшується після обробки піску, і він є більшим при збільшенні вмісту піску у суміші;

– значення показника пористості зменшується при збільшенні часу активації піску;

– значення показника вологості значно знижується при використанні активованого піску;

– значення показника втрат при прожарюванні знижується;

– значення показника набрякання з бітумом знижується.

Аналіз результатів проведеного комплексу експериментальних досліджень з позиції відповідності одержаного мінерального порошку вимогам стандартів показує наступне:

– більшість показників властивостей мінерального порошку, отриманого на основі механоактивованих нафтошламів, відповідає вимогам стандартів, проте особливо важливий показник гранулометричного складу при всіх співвідношеннях компонентів не відповідає вимогам, тому такий мінеральний порошок не може бути рекомендований як компонент матеріалів для асфальтобетонних сумішей;

– гранулометричний склад порошку на основі механоактивованого кварцового піску відповідає вимогам стандартів при всіх співвідношеннях компонентів. Як показують результати досліджень, суттєвий вплив на властивості мінерального порошку мають перші хвилини механоактиваційної обробки піску, а подальше збільшення часу обробки практично не впливає на їх значення.

Встановлено, що мінеральний порошок на основі механоактивованого піску при співвідношенні компонентів (пісок : НШ) 1 : 1 може бути рекомендований як компонент для дорожнього будівництва, оскільки він відповідає вимогам стандартів.

Таким чином, результати досліджень в напрямку впливу механоактивації на вуглеводневі речовини показує перспективи та відкриває широкі можливо-

сті її використання на підприємствах нафтогазової галузі.

ВИСНОВКИ. Одержані результати свідчать про перспективність використання методу механоактивації у вирішенні проблеми утилізації відходів різноманітних галузей промисловості. Також використання даного методу дозволяє розглядати відходи як техногенну мінеральну сировину. Перевагою технологій, які базуються на ефектах механоактивації, є просте технічне рішення (деякі установки є мобільними), швидкість проведення технологічного процесу, зменшення кількості використання хімічних реагентів, а в деяких випадках відмова від їх використання, отримання економічного ефекту за менший період часу, ніж при використанні інших технологій.

Безумовно, при вирішенні питання утилізації відходів необхідно підходити комплексно, враховуючи різні фактори (вид, склад, об'єми, фізико-хімічні властивості, можливості підприємства, де вони утворюються або передбачається їх утилізація та інші фактори).

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – 258 с.
2. Активация минералов при измельчении / В.И. Молчанов, О.Г. Селезнёва, Е.Н. Жирнов. – М.: Недра, 1988. – 208 с.
3. Болдырев В.В. Развитие исследований в области механохимии неорганических веществ // Механохимический синтез в неорганической химии. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 5–32.
4. Хинт И.А. Об основных проблемах механической активации. – Таллинн.: Препринт, 1987. – 14 с.
5. К проблеме определения механической активации веществ / М.М. Орфанова, Р.Ю. Гложик // Обработка дисперсных материалов и сред. – Одесса: НПО “ВОТУМ”, 2000. – Вып. 10. – С. 85–88.
6. Использование методов механоактивации для утилизации отходов производства / М.Н. Орфанова, Р.Ю. Гложик, З.Л. Новицкий, М.М. Орфанова // Материалы 3-го Международного конгресса по управлению отходами “WasteTech-2001” (03–06.06.2001, г. Москва). – Москва: ЗАО “Фирма СИБИКО Интернэшнл”, 2001. – С. 314–315.
7. Використання відходів для виробництва будівельних матеріалів / Я.М. Семчук, М.М. Орфанова // Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов: сбор. научн. трудов XXI (ежегодная) международной научно-технической конференции (10–14.06.2013, м. Бердянск) – Х.: УкрВОДГЕО, 2013. – С. 150–153.
8. Перспективи використання методу механоактивації з метою утилізації зол ТЕС в наповнювачі будівельних матеріалів / М.М. Орфанова, М.М. Орфанова, В.И. Пустогов // Энергетика. Энергобережения. Энергоаудит. – 2013. – №5 (111). – С. 58–62.
9. Орфанова М.М. Использование гальваношламов как техногенного сырья для получения порошка меди // Стратегия качества в промышленности и образовании: сбор. материалов VIII Международной конференции. В 3-х т. (8–15.06.2012, г. Варна, Болгария) – ДПОПром, 2012. – Т. 2. – С. 146–149.
10. Мамылов С.Г., Ломовский О.И., Орфанова М.Н. Термодинамический аспект превращения механохимически обработанных нефтяных углеводородов // Материалы Всероссийской конференции “Газификация–2002”, г. Томск, 23–24 октября 2002 г. – С. 188–190.
11. Орфанова М.М. Получение минерального порошка на основе нефтешламов для дорожного строительства // Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: Труды XIV Международной научно-практической конференции (5–9 июня 2006 г., м. Щелкино). В 2-х т. – Харьков: УкрНПЦ “Энергосталь”, 2006. – Т. 2. – С. 379–382.

PROSPECTS OF USE OF MECHANOACTIVATION METHODS FOR SOLUTION OF THE PROBLEM OF WASTE DISPOSAL

M. Orfanova, Ya. Semchuk

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
vul. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, 20, 76018, Ukraine. E-mail: orfanova@rambler.ru

Continuous increase of volume of accumulated waste in Ukraine leads to increase of lands allotted for waste elimination, sometimes generous lands. Pursuit of new approaches to handling the waste problem becomes more urgent. There was demonstrated prospective viability of use of mechanoactivation method for solution of waste disposal problem. Herein it was provided a brief description of mechanoactivation method. Also, it was introduced technology of obtaining of binding filler in production of construction materials on the example of preparation of cement mixture with addition of up to 30% of mechanoactivated quartz-containing materials (sand, loose ash). There was presented a technology of metal extraction from waste on the example of obtaining copper powder from galvanic waste. The influence of mechanoactivation on change of properties of hydrocarbon substances is reviewed. There was presented technology of obtaining mineral powder for bitumen concrete mixture on the basis of oil sludge wastes.

Key words: disposal, mechanoactivation, quartz-containing waste, galvanic waste, oil sludge.

REFERENCES

1. Nacional'na dopovid' pro stan navkolyshn'ogo pryrodnoho seredovyshha v Ukraini u 2011 roci [The National report about condition of surrounding natural environment in Ukraine in 2011], (2012), Ministry of ecology and natural resources of Ukraine, Ministerstvo ekologii' ta pryrodnyh resursiv Ukrainy, LAT & K, Kyiv, Ukraine.
2. Molchanov, V.I., Selezņova, O.G. and Zhirnov, E.N. (1988), *Aktivacija mineralov pri izmel'chenii* [Activation of minerals during crushing], Nedra, Moscow, Russia.
3. Boldyrev, V.V., (1991), *Razvitie issledovanij v oblasti mehanohimii neorganicheskikh veshhestv* [Development of researches in the field of mechanochemistry of inorganic substances], Nauka, Novosibirsk, Russia.
4. Hint I.A. (1987), *Ob osnovnykh problemakh mehanicheskoy aktivacii* [About the main problems of mechanical activation], Preprint, Tallinn, Estonia.
5. Orfanova, M.N., Glozhyk, R.Ju. and Orfanova, M.M. (2000), "To a problem of definition of mechanical activation of substances", *Periodicheskij sbornik nauchnyj trudov*, iss. 10, pp. 85–88.
6. Orfanova, M.N., Glozhyk, R.Ju., Novickij Z.L., and Orfanova, M.M. (2001), "Use of Methods of Mechanoactivation for Production Recycling", *WasteTech-2001. Materialy 3-go Mezhdunarodnogo kongressa po upravleniju othodami* [WasteTech-2001. Proceedings of the 3^d International the congress on waste management], Moscow, Russia, June 03–06, 2001, pp. 314–315.
7. Semchuk, Ja.M. and Orfanova, M.M. (2013), "Use of waste for production of construction materials", *Jekologicheskaja i tehnogennaja bezopasnost'. Ohrana vodnogo i vozdushnogo bassejnov. Utilizacija othodov. Sbornik materialov XI (ezhegodnoj) Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii* [Ecological and technogenic safety. Protection of water and air pools. Recycling. Proceedings of the XIth (annual) International scientific and technical Conference], Berdyansk, June 10–14, 2012, pp. 150–153.
8. Orfanova, M.M., Orfanova, M.Much. and Pustogov, V.I. (2013), "Prospects of use of a method of mechanoactivation for the purpose of utilization of the evils of thermal power plants in fillers of construction materials", *Energetika. Enregozberezhennja. Enregoaudit*, no. 5(111), pp. 58–62.
9. Orfanova, M.M. (2012), "Use galvanic waste as technogenic raw materials for receiving powder of copper", *Strategija kachestva v promyshlennosti i obrazovanii. Sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoj konferencii* [Quality strategy in the industry and education. Conference proceedings of the VIIIth International conference], Varna, Bulgaria, June 08–15, 2012, vol. 2, pp. 146–149.
10. Mamylov, S.G., Lomovskij, O.I. and Orfanova M.N. (2002), "Thermodynamic aspect of transformations механохимически the processed oil hydrocarbons", *Gazifikacija-2002, Materialy Vserossijskoj konferencii* [Gasification–2002. Proceedings All-Russian Conference], Tomsk, Russia, October 23–24, pp. 188–190.
11. Orfanova, M.M. (2006), "Receiving mineral powder on the basis of oil slimes for road construction", *Jekologija i zdorov'e cheloveka. Ohrana vozdushnogo i vodnogo bassejnov. Utilizacija othodov. Trudy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Ecology and health of the person. Protection of air and water pools. Recycling. Conference proceedings of the VIIIth International scientific and practical Conference], Shchelkino, June 05-09, 2006, vol. 2, pp. 379–382.

Стаття надійшла 24.10.2013.