

В статті сформовано фактори екологічної небезпеки при утилізації відходів за технологією «Екопірогенезіс», визначено основні ймовірні аварійні ситуації. Досліджено характер їх впливу та методи зменшення загрози навколишньому середовищу. Проведено оцінку та ранжування сформованих факторів та ймовірних аварійних ситуацій за допомогою методу аналізу ієрархій для створення оптимальної схеми управління екологічними ризиками при утилізації відходів

Ключові слова: відходи, утилізація, екологічна небезпека, піроліз, аварійні ситуації, метод аналізу ієрархій

В статье сформированы факторы экологической опасности при утилизации отходов по технологии «Экопирогенезис», определены основные вероятные аварийные ситуации. Исследован характер их влияния и методы уменьшения угрозы окружающей среде. Проведена оценка и ранжирование сформированных факторов и вероятных аварийных ситуаций с помощью метода анализа иерархий для разработки оптимальной схемы управления экологическими рисками при утилизации отходов

Ключевые слова: отходы, утилизация, экологическая опасность, пиролиз, аварийные ситуации, метод анализа иерархий

УДК 005.334 : 502.174

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.39941

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ФАКТОРІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ «ЕКОПІРОГЕНЕЗІС»

Л. М. Маркіна

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: markserg@ukr.net

І. В. Тимченко

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: inna.tymchenko@nuos.edu.ua

*Кафедри екологічної безпеки та охорони праці

Національний університет

кораблебудування ім. адмірала Макарова

пр. Героїв Сталінграду, 9,

м. Миколаїв, Україна, 54000

1. Вступ

Одним з найбільш економічно ефективних та екологічно безпечних процесів утилізації твердих побутових відходів є процес багатоконтурного циркуляційного піролізу (БЦП), який дозволяє отримувати альтернативні види палива.

На сьогоднішній день в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова розроблена технологія «Екопірогенезіс», яка дозволяє забезпечити підвищення еколого-економічної ефективності процесу БЦП шляхом його поєднання з іншими технологічними процесами в загальній технології, яка включає технологічні лінії БЦП полімерних відходів і зношених автомобільних шин, та технологічні лінії багатоконтурної двозонної циркуляційної газифікації (БЦДГ) різних видів вологих органічних відходів.

Актуальною задачею є розробка системи управління екологічними ризиками при утилізації твердих побутових відходів за технологією «Екопірогенезіс», яка потребує проведення комплексної оцінки факторів екологічної небезпеки технології та прогнозної оцінки рівнів промислової, пожежної та екологічної небезпеки на всіх етапах технологічного процесу.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Комплексна оцінка рівнів та факторів екологічної небезпеки технологічних процесів є важливим етапом при проектуванні та аналізі безпеки експлуатації промислових об'єктів, діяльність яких пов'язано з значними ризиками для довкілля, особливо підприємств і обладнання переробки та утилізації відходів [1, 2]. Проаналізовано розроблені підходи та методології, які дозволяють провести комплексну та адекватну оцінку ризиків [3, 4] (в тому числі екологічних) при проектуванні та експлуатації промислових об'єктів, сформувати систему управління ризиками [4], визначити небезпечні фактори та перелік пріоритетних заходів з забезпечення екологічної безпеки при різних технологіях утилізації відходів [5, 6].

Однак особливості процесу багатоконтурного піролізу, новітньої технології «Екопірогенезіс» та характеру її впливу на навколишнє середовище обумовлюють необхідність вдосконалення методології оцінки екологічних ризиків процесу екопірогенезису [7].

Слід зазначити, що на сьогоднішній день, в рамках розробки новітньої технології безвідходної енергозабезпеченої термічної утилізації проведено дослідження деяких факторів безпеки експлуатації установки [8], зокрема утворення діоксинів та важких вуглеводнів [9].

3. Ціль та задачі дослідження

Метою роботи є комплексна оцінка факторів екологічної небезпеки процесу утилізації відходів за технологією «Екопірогенезіс» з врахуванням промислової та пожежної небезпеки для створення оптимальної схеми управління екологічними ризиками.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

1. Дослідження характеру технологічних процесів при утилізації відходів за технологією «Екопірогенезіс».

2. Аналіз факторів екологічної небезпеки технології «Екопірогенезіс» та методів зменшення їх впливу.

3. Аналіз ймовірних аварійних ситуацій при здійсненні процесу утилізації відходів та методів зменшення загрози навколишньому середовищу.

4. Формування процедури багатокритеріальної оцінки факторів екологічної небезпеки експертними методами з включенням операції по усуненню ймовірних некоректних рішень експертів.

4. Методика дослідження факторів екологічної безпеки

Дослідження факторів екологічної небезпеки та ймовірності виникнення аварійних ситуацій проводилось на стадії проектування експериментального комплексу по термічній утилізації твердих побутових відходів. Сформовано основні причини виникнення небезпечних ситуацій, фактори небезпеки та можливі аварійні ситуації всіх технологічних процесів. Передбачено, що всі дані зберігаються в базі даних та базі знань й постійно оновлюються. Проведена оцінка дозволяє розробити систему управління базою даних. При створенні багаторівневої системи управління ризиками екопірогенезісу база даних являє собою перший рівень системи управління.

Для дослідження факторів екологічної безпеки при функціонуванні заводу з утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) за технологією «Екопірогенезіс» обрано типовий проект заводу для знешкодження екологічно шкідливих відходів з одержанням альтернативних джерел енергії (рідкого, твердого та газоподібного палива), які можуть використовуватися для покриття власних потреб заводу та часткового покриття потреб мікрорайону.

Підвищення еколого-економічної ефективності процесу БЦП досягається шляхом його поєднання з іншими технологічними процесами в загальній технології екопірогенезіс, яка включає технологічні лінії БЦП полімерних відходів і зношених автомобільних шин, та технологічні лінії багатоконтурної двозонної циркуляційної газифікації (БЦДГ) різних видів вологих органічних відходів. В даній загальній технології проміжні вихідні компоненти однієї технологічної лінії взаємопов'язані з вхідними компонентами другої технологічної лінії, що дозволяє, по – перше, за рахунок гарячого пірокарбону із лінії БЦП поліпшити енергетичні параметри вологих відходів лінії БЦДГ, та як наслідок збільшити питомий вихід генераторного газу і його теплотворну здатність, по – друге, за рахунок утилізації тепла димових газів від лінії БЦП, зменшити енергозатрати на сушку вологих відходів для лінії БЦДГ, по – третє, за рахунок використання власного генераторного газу, який виробляє лінія БЦДГ нагрівати реактори лінії БЦП, а надлишок його використовувати в газопоршневих електростанціях для вироблення електроенергії, що забезпечить енергетичну незалежність заводу, по – четверте, важкі токсичні смоли, які відбираються від генераторного газу подаються на лінію БЦП, де вони розкладаються до менш токсичних легких фракцій рідкого палива, що підвищує екологічну безпеку всього технологічного процесу заводу [8].

На рис. 1 наведено схему факторів впливу технології «Екопірогенезіс» на навколишнє середовище (НС).

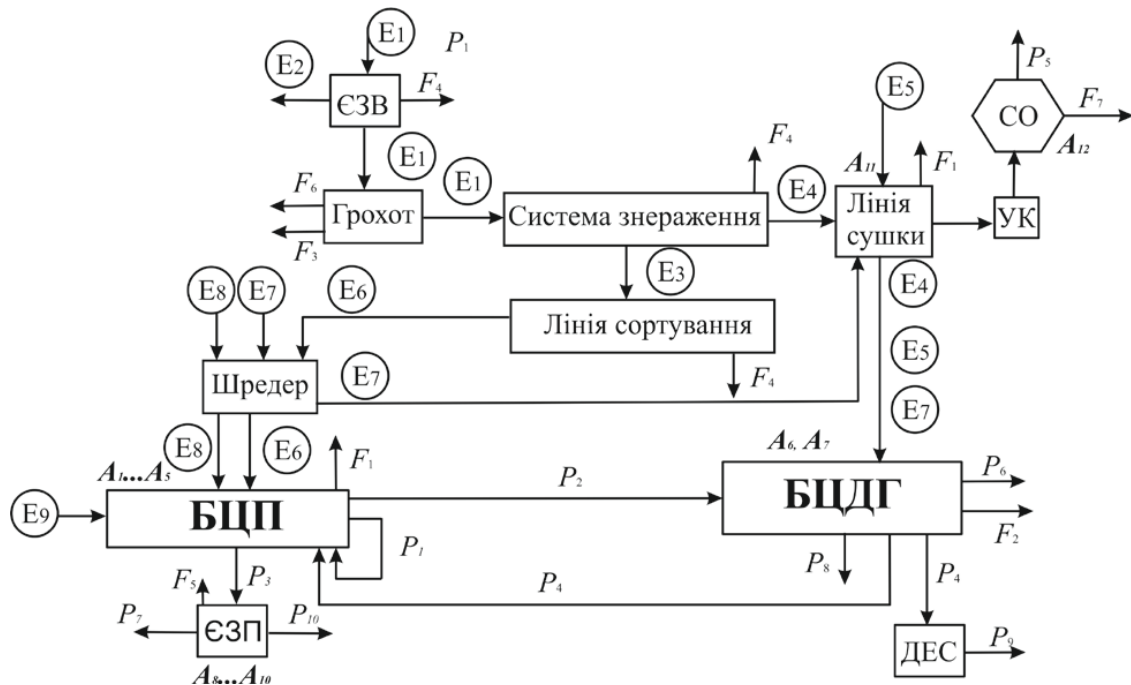


Рис. 1. Схема факторів екологічної небезпеки процесу утилізації ТПВ по технології «Екопірогенезіс»

Де основне обладнання технологічної лінії:

– грохот, барабан для механізованого сепарування відходів з відбором піску, землі, дрібного сміття та каміння;

– система знезараження забезпечує первинне знезараження всіх ТПВ, що являється необхідною умовою для подальшого ручного сортування;

– лінія сортування, забезпечує відбір сухих полімерних відходів в ручному режимі (РС), від загальної маси вологих ТПВ у відповідності до розробленої технології;

– шредер, пристрій для подрібнення зношених шин, полімерів і деревини;

– УК утилізаційний котел, в якому вихідні димові гази з температурою 400 °С охолоджуються до 150 °С.

– лінія сушки, включає сушильну камеру, де вологі відходи сушаться при температурі 100–150 °С до вологості не більше 25 %. Конструктивно установка для сушки вологих відходів виконана у вигляді обертового барабана з спеціальними внутрішніми перегородками. Економічність процесу сушки досягається шляхом утилізації тепла димових газів, які виходять із лінії БЦП при безпосередньому контакті їх із вологими відходами;

– СО, система очистки димових газів (наприклад, скрубери для абсорбційної очистки димових газів, що забезпечує зменшення концентрацій HCl і SO₂, H₂S);

– БЦП, лінія багатоконтурного циркуляційного піролізу відібраних сухих полімерних відходів з одержанням альтернативного рідкого палива;

– БЦДГ, лінія багатоконтурної циркуляційної двозонної газифікації вологих органічних відходів, так називаємих «хвостів» з одержанням генераторного газу;

– ДЕС – дизельна електростанція, яка працює на генераторному газі, або на альтернативному рідкому паливі;

– ЄЗП – ємність для зберігання альтернативного рідкого палива;

Потоки: *E* – вхідні і *P* – вихідні;

*E*₁ – тверді побутові відходи;

*E*₂ – пісок, земля, дрібне сміття та каміння;

*E*₃ – знезаражені ТПВ;

*E*₄ – вологі відходи «хвости», опале листя дерев;

*E*₅ – мули міських стічних вод;

*E*₆ – полімерні відходи (поліетилен, поліпропілен, полістирол, поліетилентерефталат);

*E*₇ – деревина, гілля дерев та ін.;

*E*₈ – зношені автомобільні шини;

*E*₉ – дизельне пальне для запуску лінії БЦП;

*P*₁ – піролізний газ, (використовується для власних потреб);

*P*₂ – твердий залишок «пірокарбон», може використовуватися як тверде паливо;

*P*₃ – альтернативне рідке паливо легких фракцій;

*P*₄ – безсольний генераторний газ;

*P*₅ – вихідні димові гази видаляються в навколишнє середовище після віддачі частини тепла в процесі сушки вологих відходів і очищення їх в скруберах;

*P*₆ – подача частини генераторного газу в міські котельні, для часткового покриття природного газу,

який використовуються жителями мікрорайону для опалення;

*P*₇ – утилізація вихідних газів, які утворюються внаслідок великого та малого дихання клапанів на ЄЗП;

*P*₈ – утилізація вихідної золи з лінії газифікації в асфальто – бетонних сумішах, або виготовленні цементних виробів, технічного скла та інше;

*P*₉ – подача електроенергії в мікрорайон міста для освітлення;

*P*₁₀ – подача рідкого палива в міські котельні, для часткового покриття природного газу, який використовуються жителями мікрорайону для опалення.

Можливі потоки забруднюючих речовин в навколишнє середовище в процесі переробки відходів, у тому числі:

*F*₁ – надходження димових газів у повітря робочої зони;

*F*₂ – утворення відходів у вигляді золи із лінії БЦДГ, яка направляється на звалище або утилізацію;

*F*₃ – вібрація і шум в процесі функціонування грохоту;

*F*₄ – вихід різкого неприємного запаху при наявності відходів і їх просуванні по технологічній лінії;

*F*₅ – надходження в атмосферу токсичних газів в процесі зберігання палива при великому та малому диханні клапанів;

*F*₆ – надходження на звалище дрібнодисперсних відходів утворених після грохоту;

*F*₇ – утворення забруднених стічних вод після скрубера.

Ймовірні аварійні ситуації, в тому числі:

*A*₁ – порушення герметичності фланцевих з'єднань на трубопроводах БЦП (вихід піролізного газу в навколишнє середовище);

*A*₂ – порушення герметичності або виникнення тріщини в реакторі БЦП (вихід піролізного газу в навколишнє середовище);

*A*₃ – гасіння полум'я головного пальника і вільний вихід піролізного газу із реактора через пальник спалювання піролізного газу в навколишньому середовищі;

*A*₄ – значне підвищення тиску в реакторі БЦП (руйнування реактора і вилив рідкого гарячого полімеру в навколишнє середовище);

*A*₅ – витік розплавленого полімеру через бункер пристрою завантаження сировини в реактор або розвантажувальний пристрій твердого залишку із реактора;

*A*₆ – порушення герметичності фланцевих з'єднань на виході генераторного газу з БЦДГ;

*A*₇ – нестабільний процес газифікації в робочій камері БЦДГ і одержання низькокалорійного газу, що приведе до збоїв процесу їх горіння і викидів токсичних СО в навколишнє середовище;

*A*₈ – порушення умов зберігання палива (при підвищенні температури навколишнього середовища до температури загорання, що може привести до пожегу);

*A*₉ – вихід з ладу дихальних клапанів в ємності для зберігання рідкого піролізного палива, що приведе до викидів в навколишнє середовище токсичних парів вуглеводнів;

A_{10} – порушення герметичності фланцевих з'єднань на вході ємності для зберігання рідкого палива, що приведе до розливу в навколишньому середовищі токсичних рідких вуглеводнів;

A_{11} – порушення технологічного процесу сушки відходів і само загорання відходів, що може привести до пожеги і викидів в навколишнє середовище токсичних газів;

A_{12} – вихід зі строю системи очистки димових газів, що може привести несанкціонованих викидів в навколишнє середовище токсичних газів;

A_{13} – порушення процесу сортування відходів (зупинка системи вентиляції індивідуальних кабін пер-

соналу який займається ручним сортуванням, що може забруднити навколишнє повітря робочої зони).

Детальний аналіз основних факторів впливу на навколишнє середовище та методи їх усунення або зменшення їх негативних наслідків, наведено в табл. 1, 2.

Аналіз факторів екологічної небезпеки та характеру ймовірних аварійних ситуацій, результати якого зведено в табл. 1, 2 показує значний рівень екологічної небезпеки безвідходної термічної утилізації. Однак врахування цих факторів при проектуванні комплексу «Екопірогенезис» дозволяє знизити цей рівень до мінімального.

Таблиця 1

Характеристика основних факторів впливу на навколишнє середовище технології «Екопірогенезис» та методи їх усунення

Фактор впливу	Характеристика	Методи зменшення загрози НС	Примітки (стосовно установки, що розглядається)
F_1 , надходження у повітря та робочу зону забруднених димових газів	Склад димових газів: вода, оксидів вуглецю, кисень, пил, хлороводень, окислів сірки, оксиди азоту, діоксини, важкі метали, пари фтористоводневої кислоти H_2SO_4	Використання: пилових фільтрів; скрубєру для поглинання кислих газів; Скрубєру для видалення кислих газів (HCl , H_2SO_4 , HF , SO_2); вуглецевих фільтрів (для видалення діоксинів, важких металів); каталітичного спалювання піролізного газу	По даним санітарно-гігієнічної експертизи при функціонуванні експериментальної установки перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин не виявлено. Процес піролізу дозволяє уникнути потрапляння діоксинів в навколишнє середовище
F_2 , утворення токсичних відходів на лінії БЦДГ, які представляють собою золу та направляються на звалище	Токсичні метали, поліароматичні вуглеводні	Контроль складу золи. Утилізація золи в промисловості (у виробках технічного скла, цементних виробках і тд.)	Передбачено
F_3 – збільшена вібрація і шум в процесі функціонування грохоту	Вібраційне та шумове забруднення	Рівень вібрації зменшується використанням віброізоляції та встановленням огороження навколо грохоту. Рівень шуму зменшується при використанні шумоізоляційних матеріалів	При роботі установки БЦП та БЦДГ рівень шуму не перевищує нормативних даних
F_4 – вплив на навколишнє середовище різких запахів в процесі зберігання відходів	Забруднення НС внаслідок довгострокового зберігання відходів	Розвантаження через низ бункеру або повна очистка бункеру раз в тиждень (для короткочасного зберігання ТПВ) Вентиляція ТПВ при зберіганні	Передбачено
F_5 – надходження в атмосферу токсичних газів в процесі зберігання палива при великому та малому диханні клапанів	Токсичні гази	Встановлення відповідних дихальних клапанів необхідної кількості	Проектом передбачено встановлення клапанів
F_6 – надходження відходів на звалище	Можливість присутності токсичних компонентів	Контроль відходів, що направляються на звалище	Передбачено проектом
F_7 – утворення забруднених стічних вод після скрубєру	Токсичні метали, солі та ін. речовини	Якісна система очистки (нейтралізація, флокуляція та осадження)	Передбачено

Таблиця 2

Характеристика ймовірних аварійних ситуацій при здійсненні процесу утилізації відходів за технологією «Екопірогенезис»

Фактор впливу	Характеристика	Методи зменшення загрози НС	Примітки (стосовно піролізної установки)
A_1 – порушення герметичності фланцевих з'єднань на трубопроводах	Виток горючого газу в НС. Ймовірність виникнення пожежі або вибуху.	Своєчасний контроль та повірка фланцевих з'єднань	Передбачено
A_2 – порушення герметичності або виникнення тріщини в реакторі БЦП (втрати горючого піролізного газу)	Витік токсичних газів. Утворення забруднень токсичними речовинами димових газів. Ймовірність виникнення пожежі або вибуху	Автоматичний контроль тиску в реакторі, цілісності обладнання	Встановлено датчики контролю тиску в реакторі
A_3 – гасіння полум'я пальника і вільний вихід піролізного газу в навколишнє середовище	Витік газу, який подається на пальник спалювання можлива пожежа, вибух	Постійний контроль процесу горіння горілок та метеорологічних умов	Передбачено
A_4 – значне підвищення тиску в реакторі БЦП	Вибухове скипання в реакторі	Автоматичний контроль тиску	Встановлено датчики контролю тиску в реакторі
A_5 – витік розплавленого полімеру через завантажувальний пристрій сировини в реактор або розвантажувальний пристрій твердого залишку із реактора	Поломка обладнання. Відсутність водяного охолодження	Контроль	Передбачено
A_6 – порушення герметичності фланцевих з'єднань на виході з БЦДГ	Витік горючого генераторного газу. Ймовірність виникнення пожежі або вибуху	Своєчасний контроль та повірка фланцевих з'єднань	Передбачено
A_7 – нестабільний процес газифікації в робочій камері БЦДГ	Порушення процесу газифікації. Утворення шкідливих відходів	Контроль процесу подачі повітря для створення середовища з недостатнім об'ємом кисню	Передбачено
A_8 – порушення умов зберігання та транспортування палива (при підвищенні температури навколишнього середовища до температури загорання)	Ймовірність пожежі або вибуху	Система охолодження емностей	Передбачено
A_9 – вихід з ладу дихальних клапанів в емності для зберігання рідкого піролізного палива	Викид токсичних газів в атмосферу та робочу зону	Повірка та контроль клапанів	Передбачено
A_{10} – порушення герметичності фланцевих з'єднань на вході емності для зберігання рідкого палива	Витік рідкого палива. Ймовірність виникнення пожежі.	Своєчасний контроль та повірка фланцевих з'єднань	Передбачено
A_{11} – порушення технологічного процесу сушки відходів димовими газами і само загорання відходів	Порушення процесу	Контроль температури димових газів, які подається в сушильну камеру.	Передбачено
A_{12} – вихід зі строю системи очистки димових газів після сушки	Вихід зловонних димових газів в атмосферу та робочу зону	Контроль за станом фільтрів та скрубєрів, своєчасна чистка, встановлення резервного обладнання	Передбачено
A_{13} – порушення процесу сортування відходів (зупинка системи вентиляції індивідуальних кабін персоналу який займається ручним сортуванням)	Попадання піску, каміння, кольорових, чорних металів та ін. речовин в реактор. Порушення процесу піролізу	Забезпечення безперебійним живленням, контроль ручного сортування	Передбачено

5. Результати оцінки факторів екологічної небезпеки з використанням методу аналізу ієрархії

Проведено багатокритеріальну оцінку факторів екологічної небезпеки з використанням методу аналізу ієрархії [10,11] з включенням процедури усунення ймовірних некоректних рішень експертів на основі Байєсової схеми [12].

В результаті проведеної оцінки визначено пріоритети факторів за критеріями: ймовірність виникнення тої чи іншої загрози навколишньому середовищу; очі-

кувані наслідки від дії фактору; рівень якості впроваджених технічних або технологічних рішень щодо запобігання прояву цього фактору.

Фактори ранжовано за значенням пріоритету, який характеризує рівень екологічної небезпеки як: $F_1(10) < F_4(9,86) < F_7(6,4) < F_6(2,8) < F_5(2,6) < F_2(2,5) < F_3(2,3)$ та $A_{12}(10) < A_1(8,4) < A_2(6,4) < A_8(5,9) < A_6(5,1) < A_{13}(3,8) < A_9(3,3) < A_{10}(3) < A_{11}(2,4)$.

На рис. 2, а, б наведено результуюче ранжування факторів небезпеки проведене в програмному середовищі МАІ.

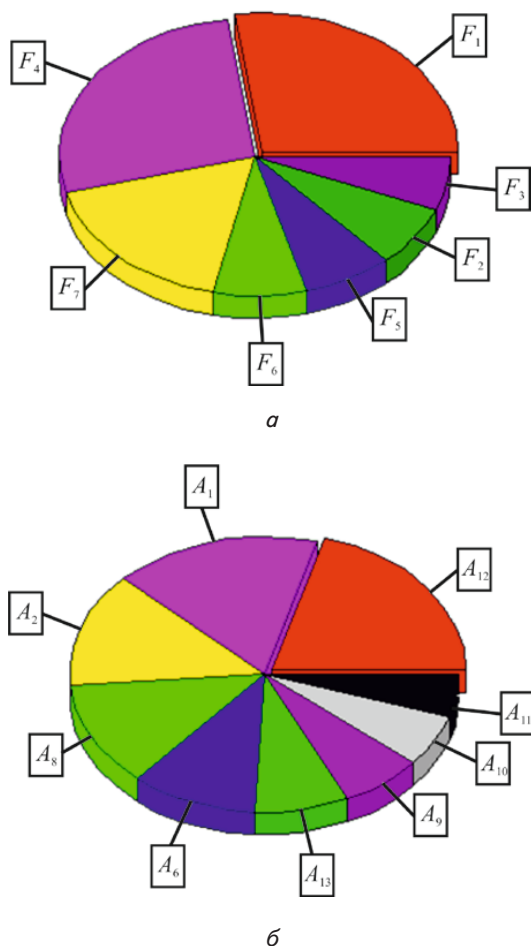


Рис. 2. Результати ранжування факторів екологічної небезпеки: а – для факторів негативного впливу на НС; б – для аварійних ситуацій

Результати оцінки факторів екологічної небезпеки та їх ранжування за рівнем небезпеки дозволило виділити технологічні вузли та процеси, які супроводжу-

ються найбільшою (відносно один одного) небезпекою для навколишнього середовища, зокрема такі фактори як надходження у повітря та робочу зону забруднених димових газів, вплив на навколишнє середовище різких запахів в процесі зберігання відходів, утворення забруднених стічних вод після скрубера та такі аварійні ситуації, як порушення герметичності фланцевих з'єднань на трубопроводах, вихід зі строю системи очистки димових газів після сушки.

6. Висновки

Аналіз літературних джерел та експериментальні дослідження утилізації відходів за технологією «Екопірогенезис» дозволило провести комплексну оцінку рівнів екологічної небезпеки при утилізації відходів за технологією «Екопірогенезис» та ранжування загроз навколишньому середовищу за сформованими критеріями.

Слід зазначити, що оцінка проводилась за процедурою на базі експертного методу аналізу ієрархії з включенням операції по усуненню ймовірних некоректних рішень експертів. При цьому враховувались поставлені критерії (ймовірність виникнення тої чи іншої загрози навколишньому середовищу, очікувані наслідки від дії фактору, рівень якості впроваджених технічних або технологічних рішень щодо запобігання прояву цього фактору) та кваліфікація експертів. Оцінка узгодженості експертів становила приблизно 3 % (при допустимій 20 %).

В результаті оцінки визначено найбільш небезпечні технологічні вузли установки, що в подальшому дозволить сформулювати оптимальну схему управління ризиками з метою їх мінімізації. При цьому синтез нових оптимальних технічних та технологічних рішень на етапі проектування комплексів за технологією «Екопірогенезис» дозволить значно зменшити ймовірність виникнення аварійних ситуацій та підвищити надійність експлуатації всього технічного обладнання.

Література

- Lloyd, A. C. Technology Evaluation and Economic Analysis of Waste Tire Pyrolysis, Gasification, and Liquefaction [Text] / A. C. Lloyd. – University of California Riverside, Integrated Waste Management Board, 2006. – 97 p.
- Scheirs, J. Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste plastics: Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels [Text] / J. Scheirs, W. Kaminsky. – John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, WestSussex, 2006. – 785 p. doi: 10.1002/0470021543
- Бойко, Т. В. Оцінка ризику промислового підприємства на стадії проектування в рамках стратегії сталого розвитку [Текст] / Т. В. Бойко, В. Т. Бендюг, Б.М. Комариста // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 2, № 14 (56). – С. 13–17. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/3948/3616>
- Площай, Ф. В. Параметричний аналіз ризиків в проєктах утилізації шахтного метану [Текст] / Ф. В. Площай // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 1, № 11 (55). – С. 53–55.
- Nema, S. K. Plasma pyrolysis of medical waste [Text] / S. K. Nema, K. S. Ganeshprasad // Current science, Bengaluru. – 2005. – Vol. 83, Issue 3. – P. 271–278.
- Юфит, С. С. Альтернативные технологии переработки бытовых отходов [Текст] / С. С. Юфит // Научно-практический журнал «Твердые бытовые отходы». – 2009. – № 1. – С. 36–41.
- Маркіна, Л. М. Розробка новітньої технології енергозбереження та екологічної безпеки при утилізації органічних відходів методом Екопірогенезису [Текст] / Л. М. Маркіна // Збірник наукових праць НУК. – 2011. – № 4. – С. 156–163.
- Рижков, С. С. Екологічна безпека продуктів екопірогенезису та використання їх як альтернативного палива [Текст] / С. С. Рижков, Л. М. Маркіна, М. В. Мирошніченко // Екологічна безпека. – 2012. – № 2 (14). – С. 98–103.

9. Рижков, С. С. Анализ процессов деструкции диоксинов и тяжелых углеводородов при многоконтурном циркуляционном пиролизе твердых бытовых отходов [Текст] / С. С. Рижков, Л. М. Маркина, М. В. Рудюк, О. В. Ощип // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2011. – № 6. – С. 43–48.
10. Саати, Т. Принятие решений - метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
11. Ryzhkov, S. S. Expert system of estimation for the environmental risk levels of hazardous facilities of a shipbuilding plant [Електронний ресурс] / S. S. Ryzhkov, I. V. Timchenko // Вісник НУК. – 2012. – № 2 (14). – Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua>.
12. Файнзильберг, Л. С. Байесова схема принятия коллективных решений в условиях противоречий [Текст] / Л. С. Файнзильберг // Проблемы управления и информатики. – 2002. – № 3. – С. 112–122.

У роботі розглядається підхід до вибору обладнання на основі узгоджених між собою критеріїв оптимізації процесу зневоднення продуктів вуглезбагачення. Проаналізовано показники ефективності роботи різного зневоднює обладнання: вологість осаду, зольність осаду, ефективність затримання твердої фази в осад, зміст твердої речовини в рідкому продукті поділу та його зольність, ефект збагачення вугілля, що супроводжує процес зневоднення

Ключові слова: вугілля, зневоднює обладнання, флото-концентрат, флотовідходи, шлам, вологість, зольність, ефективність

В работе рассматривается подход к выбору оборудования на основе согласованных между собой критериев оптимизации процесса обезвоживания продуктов углеобогащения. Проанализированы показатели эффективности работы различного обезвоживающего оборудования: влажность осадка, зольность осадка, эффективность задержания твердой фазы в осадок, содержание твердого вещества в жидком продукте разделения и его зольность, эффект обогащения угля, сопровождающий процесс обезвоживания

Ключевые слова: уголь, обезвоживающее оборудование, флотоконцентрат, флотоотходы, шлам, влажность, зольность, эффективность

УДК 622.7

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.40557

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ УГОЛЬНЫХ ПОЛИ- ДИСПЕРСНЫХ СУСПЕНЗИЙ

А. А. Шкоп

Соискатель

Кафедра интегрированных технологий
процессов и аппаратов

Национальный технический университет

«Харьковский

политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков,

Украина, 61002

E-mail: shkop_ecomass@ukr.net

1. Введение

Уголь является важнейшим источником тепловой энергии во всех отраслях народного хозяйства. В Украине уголь – практически единственный энергоноситель местного происхождения – на протяжении многих десятилетий используется в качестве топлива для тепловых электростанций, железнодорожного и водного транспорта, а также для коммунально-бытового потребления. Многотоннажными потребителями угля являются металлургическая и коксохимическая промышленность.

В современных условиях одной из актуальных проблем в практике обогащения углей является совершенствование техники и технологии обезвоживания угольных полидисперсных суспензий мелких классов (тонких илов, шламов, флотоконцентратов и др. классов крупностью 0–0,5 мм), образующихся на обогатительных фабриках.

В рамках этой проблемы рассматриваются взаимосвязанные задачи сокращения потерь полезных

компонентов, предотвращения негативного влияния обогатительных предприятий на окружающую среду, снижения затрат по выемке шламов из наружных шламовых хранилищ.

Проблема обезвоживания угольных полидисперсных суспензий стоит шире, чем просто получение осадка заданной влажности. Она всегда связана с эффективностью извлечения твердого вещества и горючей массы в осадок, количеством и зольностью твердой фазы в жидком продукте разделения, оптимальным построением стадий подготовки суспензии (сгущение, классификация), возможностью дополнительного обогащения угля на стадии обезвоживания. Особое внимание при выборе оборудования и разработке схем обезвоживания необходимо обращать на циклические материальные потоки водно-шламовой схемы.

В связи с этим актуальной научно-практической задачей является выбор обезвоживающего оборудования на основе согласованных между собой критериев оптимизации процесса обезвоживания продуктов углеобогащения.