

УДК 669.162.1:632.15:504.064.4

Іванілова К.Ю., магістрант гр. ЕО01 – 14;**Наукові керівники: Іванов І.І., к.т.н., доцент; Прокопенко О.М., к.т.н., доцент; кафедра екології, теплотехніки та охорони праці**

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, Україна

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ УТВОРЕННЯ ТА СПОСОБІВ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ДІОКСИНІВ ПРИ СПІКАННІ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ

Однією з глобальних екологічних проблем є забруднення довкілля стійкими органічними забруднювачами. Найбільш небезпечними з них є діоксини і фурани (ПХДД/Ф) – поліхлоровані поліциклічні сполуки, що утворюються при взаємодії хлору з органічними речовинами при нагріванні. Вони нерозчинні у воді, мають високу адгезію і хімічну стійкість; період напіврозпаду їх 10-15 років на поверхні ґрунту і 25-100 років на глибині. ПХДД/Ф є ксенобіотиками і кумулятивними отрутами, володіють потужною мутагенною, канцерогенною, тератогенною, ембріотоксичною, іммунодепресантною дією; тому їх ще називають хімічним СНІДом. Період напіввиведення їх з організму біля 7 років; тільки 10% з них метаболізується. ГДК діоксинів в повітрі $5 \cdot 10^{-10}$ мг/м³, у воді – $5 \cdot 10^{-8}$ мг/л, в ґрунті – $1 \cdot 10^{-8}$ мг/кг. Навіть у таких особливо небезпечних речовин, як бенз(а)пірен та ртуть, ті ж показники $1 \cdot 10^{-6}$ і $3 \cdot 10^{-4}$ мг/м³, $5 \cdot 10^{-6}$ і $5 \cdot 10^{-4}$ мг/л, 0,02 і 2,1 мг/кг, тобто у багато разів більше.

За рівнем токсичності вони перевищують стрихнін, кураре, ціаніди і порівнянні з бойовими отруйними речовинами – табуном, зарином, зоманом, поступаючись лише ботуліновому, дифтерійному і правцевому токсинам. Для діоксинів не існує «порога дії»: навіть одна молекула може спровокувати ненормальну клітинну діяльність і викликати ланцюг реакцій, що порушують функції організму. Найбільш небезпечними є 2,3,7,8-тетрахлордibenзофуран і 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-п-діоксин, відносно якого визначають токсичний еквівалент будь-якої суміші. Супертоксичність останнього обумовлена симетричністю структури його молекули, яка абсолютно плоска; розміри її збігаються з активними центрами Ah-рецепторів, які і служать «мішенню» діоксинів. Впроваджуючись в ці системи, завдяки високій спорідненості до Ah-рецептора, діоксини блокують функції клітин (в тому числі ДНК), активно їх дезорганізують, запускаючи в клітині лавиноподібний ланцюжок руйнівних процесів.

Потужним джерелом емісії цих речовин у навколишнє середовище є промисловість. Металургійні підприємства та прилеглі до них території є зоною підвищеної діоксинової небезпеки. Найбільша кількість ПХДД/Ф утворюється в агломераційному виробництві; на його частку припадає понад 80 % річного викиду. Питомий вихід цих речовин становить 0,55-4,14 нг/кг агломерату; їх вміст в аглогазах 1-10 нг/м³ при нормах ЄС до 0,1 нг/м³. Джерелами утворення діоксинів/фуранів є органічні сполуки аглошихти і хлор, який присутній у вугільному паливі, руді, флюсах у вигляді NaCl, KCl та ін. Додавання в аглошихту замасленої прокатної окалини, поліхлорвінілу покриттів і упаковок, де близько 57% хлору, наявність каталізаторів, таких як мідь, у багато разів збільшують вміст ПХДД/Ф в газах.

Утворення ПХДД/Ф починається у верхньому шарі шихти після розпалювання, а потім вони конденсуються на більш холодній шихті нижче лежачої зони в період руху аглострічки до точки прожогу (рисунок). Процес конденсації і випаровування триває до досягнення температури нижньої зони шихти, коли припиняється конденсація і вихід цих речовин з газами. Тому викид ПХДД/Ф спочатку швидко наростає, досягає максимуму безпосередньо перед моментом прожога, а потім різко падає до мінімуму.

Важливою умовою для попередження або мінімізації утворення ПХДД/Ф є стійка робота агломераційної установки. Збої в процесі спікання, простої, порушення фронту

полум'я викликають збільшення викидів цих речовин. Тому необхідний постійний контроль і стабілізація швидкості агломераційної стрічки, складу і висоти шару аглошихти, нормування присадок в неї, мінімізація інфільтрації повітря через аглострічку. Для зменшення неорганізованих викидів тонкодисперсні сировинні матеріали (наприклад, вловлений у фільтрах пил) перед подачею на агломерацію повинні бути огрудковані, а інші матеріали перед завантаженням ретельно змішані і дозовані. Обмеження щодо використання в шихті забрудненої окалини, води з підвищеним вмістом хлоридів, пилу з очисних апаратів, виключення з її складу полімерних покриттів, плівок, нафтопродуктів, інших джерел утворення ПХДД/Ф дозволяє скоротити їх викиди на 50-70%.

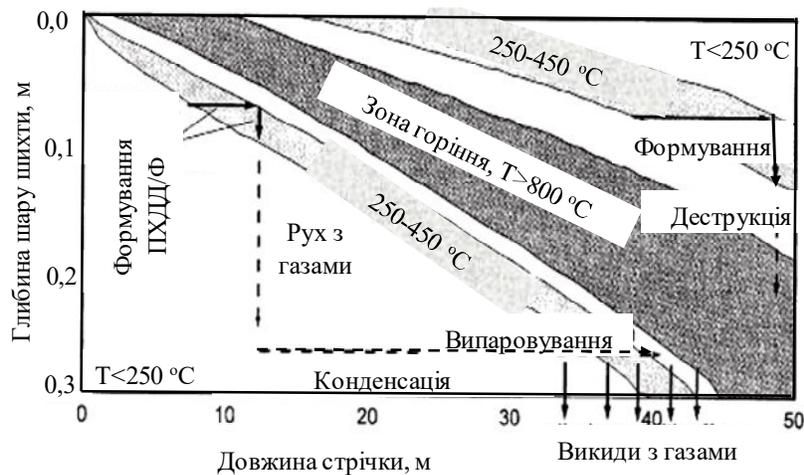


Рисунок - Розподіл зон формування ПХДД/Ф вздовж аглострічки

Важливим напрямком є вдосконалення існуючих систем газоочистки, які вловлюють до 60% діоксинів. У країнах ЄС обов'язковим є застосування на агломашинах ефективних електрофільтрів і окислювальних каталітичних конвертерів. Термічне знешкодження ПХДД/Ф до CO_2 і H_2O проводять шляхом допалювання технологічних газів при температурі 1100-1300 °C. Для попередження зворотного процесу їх утворення продукти допалювання «загартовують» зрошенням водою або змішуванням з повітрям.

Введення обпаленого вапна і вдування порошку лігніту в потік технологічних газів до установки пиловловлювання знижує викиди діоксинів більш ніж на 97%. Очищення газів від адсорбенту з уловленими діоксинами відбувається разом з технологічним пилом в рукавних фільтрах з подальшою утилізацією в шихті. Вміст діоксинів в скидних газах не перевищує 0,1 нг/м³ при витраті лігніту до 30 мг/м³; при вдуванні лігніту більше 50 мг/м³ виникає загроза займання пилу у фільтрах.

Вміст ПХДД/Ф можна знизити на 60 - 70% за рахунок рециркуляції газів в хвостових вакуум-камерах агломашини, де інтенсивно протікає процес їх утворення при температурах 250-450 °C. Вони потрапляють в зону горіння з рециркулюючим газом і майже повністю розкладаються. За даними компанії Cogus добавка в аглошихту сечовини в кількості близько 0,15 кг/т агломерату дозволяє знизити більш, ніж удвічі викиди діоксинів/фуранів і одночасно скоротити викиди SO_2 і NO_x за механізмом хемосорбційного уловлювання. Аналогічні дані отримані при використанні сульфату амонію в якості інгібітора синтезу діоксинів в процесі спікання залізної руди.

Таким чином, виконання комплексу технологічних та природоохоронних заходів характеру дозволять значно знизити викиди ПХДД/Ф при агломерації залізної руди і забезпечити відповідність вмісту їх в аглогазах нормативам ЄС.