

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИСТКИ ГАЗІВ В УМОВАХ МАРТЕНІВСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

*Доповідачі – Нестеренко А.В., ст., Тарабан Є.В., ст., Столпакова О.В., ст.,  
Науковий керівник – Белоконь К.В., к.т.н., доц.,  
Запорізький національний університет, Україна  
kv.belokon@gmail.com*

В даний час на підприємствах чорної металургії, зокрема в сталеплавильних цехах, викидається в атмосферу велика кількість пилу, оксиду вуглецю і діоксиду сірки. Крім того, у викидах міститься значна кількість вуглеводнів, фтористого водню, сірководню, ціаністих з'єднань і ін.

Захист навколишнього середовища від шкідливих викидів є однією з щонайгостріших проблем сучасності. У планах економічного і соціального розвитку країни відмічена необхідність вдосконалення технологічних процесів з метою скорочення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище і поліпшення очищення газів, що відходять, від шкідливих домішок.

Встановлено що, з усіх пилогазових викидів із сталеплавильних агрегатів найбільшу кількість припадає на мартенівські печі: 90% оксидів сірки, 85% оксидів азоту і 75% пилу. Основними джерелами димоутворення в мартенівській печі є паливо, газовиділення з сипучих матеріалів при їх нагріванні й розкладанні, які виділяються при окисненні вуглецю шихти, вуглекислий газ та окис вуглецю. Застосування кисню під час процесу сталеваріння призвело до різкого збільшення кількості димових газів, їх запиленості та дисперсності пилу. Тому завдання створення і впровадження високоефективного устаткування для вловлювання і утилізації викидів, проектування газоочисного обладнання з урахуванням екологічних, економічних і соціальних інтересів є актуальним.

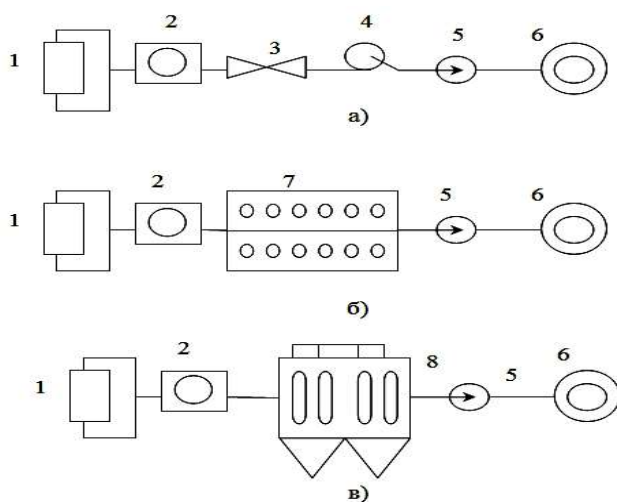
Розглянемо, характеристику димових газів мартенівських печей на ВАТ «МК Запоріжсталь». Кількість димових газів мартенівських печей, опалювальних природним газом, коливається зазвичай від 1050 до 4000 м<sup>3</sup>/год на 1 т садки печі та змінюється в різні періоди плавки. Найбільша кількість газу виділяється в період плавлення. Газовий тракт, через який відводяться димові гази від мартенівської печі, знаходиться під розрідженням. Тому кількість і склад продуктів згоряння змінюються по довжині димоходів внаслідок підсосу атмосферного повітря через нещільності кладки. Величина підсосів повітря може доходити до 80 – 100 % від кількості продуктів згоряння в голівці печі.

Температура газу, що виходить з мартенівської печі, 700 – 800°С. У котлі-утилізаторі він охолоджується до 240 – 350° С. Хімічний склад газу залежить від застосованого палива, складу шихти і технології плавки. При подачі кисню в ванну газ складається з 8 – 20 % CO<sub>2</sub>, 15 % O<sub>2</sub>, 0 – 8% CO + H<sub>2</sub>, 2 – 2,5 % H<sub>2</sub>O, та N<sub>2</sub>. Крім того, в димових газах міститься до 8 г/м<sup>3</sup> оксидів сірки. Їх кількість залежить головним чином від виду застосовуваного палива. Вологість газу

зазвичай становить 40 – 60 г/м<sup>3</sup> (н) сухого газу. Склад шихти, кількість флюсів, кількість подаваного у ванну кисню, тепловий режим та інші фактори визначають вміст пилу в димових мартенівських газах. Найбільша кількість пилу виділяється в період плавлення. При збільшенні витрати кисню кількість пилу в димових газах зростає. Частина пилу осідає в димоходах при проходженні по ньому газу та перед газоочисткою складає ~ 1,5 – 4 г/м<sup>3</sup> (н) при роботі мартенівських печей без застосування кисню і доходить до 10 – 15 г/м<sup>3</sup> (н) при подачі кисню в ванну. Мартенівський пил складається з оксидів заліза, кремнію, алюмінію, марганцю та інших компонентів, що входять до складу шихти. Оксиди заліза додають диму коричневе забарвлення. Питомий електричний опір пилу становить 107 – 1010 Ом·см. Змочуваність пилу коливається від 65 до 75 %.

Концентрація пилу в атмосфері на окремих ділянках та у відділеннях мартенівського цеху становить: у міксерному відділенні 13 г/м<sup>3</sup>(н); у місці розвантаження сипучих матеріалів в шихтовому дворі 250 – 450 мг/м<sup>3</sup>(н); у люнкеритному обладнанні в розливочному прольоті 100 – 160 мг/м<sup>3</sup>(н).

В даний час для очищення газів мартенівських печей застосовують два способи: сухий – в електрофільтрах та тканинних фільтрах, мокрий – в трубах Вентурі. На рис. показана схема охолодження та очищення газів мартенівських печей.



а – мокре очищення в скрубєрі Вентурі; б, в – сухе очищення в електрофільтрах і тканинних фільтрах; 1 – мартенівська піч; 2 – котел-утилізатор; 3 – труба Вентурі; 4 – краплевловювач; 5 – димотяг; 6 – димар; 7 – електрофільтр; 8 – рукавний фільтр.

Рисунок – Застосовані схеми охолодження та очищення газів мартенівських печей.

При виборі апаратів газоочищення перевага віддається сухим методам. Вони не вимагають споруди дорогих систем водопостачання і шламової каналізації, полегшують утилізацію вловленого продукту, знижують

корозійний знос устаткування і комунікацій, характеризуються меншим споживанням електроенергії, покращують умови розсіювання шкідливих викидів в атмосфері. При однаковому ступені очищення питомі капітальні витрати на газоочищення нижче при застосуванні мокрої системи очищення. А питомі експлуатаційні витрати нижче при використанні системи газоочищення з електрофільтром або рукавним фільтром.

Електрофільтрам разом з перевагами (високий ступінь очищення – до 99 і навіть 99,9%; найменший гідравлічний опір в порівнянні з іншими апаратами (50 – 150 Па); можливість роботи при різному атмосферному тиску і температурах 500° С і вище; можливість уловлювання частинки, розміром від 100 до 0,01 мкм), властиві істотні недоліки. Деякі продукти володіють такими фізико-хімічними властивостями, які унеможливають застосування електрофільтру для їх уловлювання, що наприклад володіють незначною масою, дуже низьким питомим електричним опором.

У мартенівському виробництві сталі для інтенсифікації процесу плавки застосовується подача кисню у ванну. При цьому в газах, що відходять, різко зростають концентрація і дисперсність зважених частинок, а також значно знижується вологість газів (до 40 – 60 г/м<sup>3</sup>). В результаті сухе очищення газів в електрофільтрах ускладнюється і передбачає проведення спеціальних заходів для забезпечення їх нормальної роботи (зволоження газів із застосуванням хімічних реагентів). Крім того, вартість електрики підвищує вартість газоочищення. Ряд недоліків, що є при експлуатації скрубера Вентурі і електрофільтру, відсутні при експлуатації рукавного фільтру. Пил, вловлений в рукавному фільтрі, сухий і немає необхідності зневоднювання і підсушування вловленого продукту при утилізації. Рукавні фільтри не чутливі до коливань запиленості і витрати газу, малочутливі до коливань температури (але не можна, щоб температура перевищувала термостійкості фільтрувальної тканини).

Газ на виході з рукавного фільтру гарячий і сухий, тому немає заростання вентиляторів, немає конденсації вологи в димарі, краща підйомна сила в димарі, поліпшується розсіювання шкідливих речовин в атмосфері. У рукавних фільтрів менша металоємність в порівнянні з електрофільтрами, простіша конструкція і обслуговування.

Рукавні фільтри володіють наступними перевагами в порівнянні з іншим газоочисним устаткуванням:

– вищий ступінь очищення газів від зважених частинок, фільтри здатні забезпечити практично повне вловлювання частинок всіх розмірів, включаючи субмікронні;

– універсальність, тобто фільтри здатні уловлювати тверді частинки в сухому вигляді і рідкі частинки з туманів;

– можливість очищення газів, нагрітих до високої температури (залежно від матеріалу тканини фільтру);

– можливість повної автоматизації процесу очищення газів;

- стабільність процесу очищення і менша залежність від зміни фізико-хімічних властивостей уловлюваних частинок і витрати газів, ніж при електроочищенні;
- простота експлуатації.

## **ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ**

*Доповідач – Обозна Д., ст.,  
Науковий керівник – Прокопенко Н.В., к.б.н., доц.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна*

Знищення і переробка відходів зараз розглядаються як один з найбільш важливих аспектів стійкого розвитку людства, оскільки спостерігається тенденція прогресуючого зростання кількості відходів, що утворюються, в мегаполісах - до 1 тонни в рік на людину.

У спрощеному вигляді всі 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.

Технології поводження з ТПВ повинні забезпечити регенерацію ресурсів, що витрачаються на утворення відходів та забезпечувати при цьому екологічну безпеку.

Проблема відходів дуже важлива для більшості великих населених пунктів у всьому світі. Зростаючі труднощі облаштування полігонів (сміттєвих звалищ), пов'язані з постійним збільшенням їх вартості і негативним впливом на довкілля, примушують муніципальну владу звернути увагу на альтернативні способи переробки ТПВ.

Найбільш поширеними за кордоном є такі методи, як складування на полігонах (ліквідаційний біологічний), компостування (утилізаційний біологічний) та спалювання (ліквідаційний термічний).

Складування на полігонах залишається переважаючим методом утилізації ТПВ для усіх країн, за винятком Данії, Швейцарії, Японії та Нідерландів, тобто країни з найвищою щільністю населення і культурою використання природних ресурсів. Так в США на сміттєзвалища і полігони вивозиться близько 85 – 90 % ТПВ, Англії – 90, Німеччині – 70, в Швейцарії – 20 – 25, в Японії - до 30 %. Щороку в Україні «виробляють» 35 млн. м<sup>3</sup> твердих побутових відходів, які зберігають на звалищах і полігонах загальною площею майже 3000 га і лише частково утилізують на сміттєспалювальних заводах.

Характерною особливістю поводження з ТПВ міст в розвинених країнах являється відмінність в підготовці відходів. Так, застосовується селективний