**ДОМЕННИЙ ГАЗ**

Доменний (колошниковий) газ утворюється в печі при взаємодії кисню дуття і шихти з вуглецем коксу. Він містить 30 ... 40% горючих компонентів і після очищення використовується як паливо. Нижча робоча теплота згоряння доменного газу зазвичай лежить у межах 3...4,5 МДж/м3 [6] .

Маса пилу, що виноситься доменним газом, становить 20 ... 100 кг/т чавуну. Запиленість доменного газу дорівнює 9 ... 55 г / м3[6]. Причому нижча межа відповідає печам великого об’єму, вища – малого об’єму.

Хімічний склад пилу змінюється в широких межах. Наприклад, при виплавці переробного чавуну і роботі з підвищеним тиском на колошником печі пил містить, мас. %: SiO2- 14,6; MgO- 4,35; Al2O3- 4,35; CaO- 11,85; S- 0,74; MnO- 3,75, решта (60,4%) - оксиди залізу [6].

 Дисперсний склад пилу також залежить від багатьох факторів і може коливатися в широких межах [6,7] (табл. 1.1)

 Таблиця 1.1 - Приблизний дисперсний склад колошникового пилу

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Розмір частинок, мкм | >200 | 200-100 | 100-60 | 60-20 | 20-10 | <10 |
| Масова доля, % | 34,5 | 12,3 | 19,0 | 19,5 | 11 | 3,7 |

Кількість доменного газу, що утворюється становить близько 3900 м3/т вологого коксу, або 4000 м3/т сухого коксу, або 2000 ... 2500 м3/т чавуну. Температура газу на виході з печі залежить від її об'єму, температури і складу дуття та інших показників. Вона лежить в межах 150 ... 450°С. Причому нижча температура відповідає печам великого об’єму, вища – малим печам, що зараз зустрічаються рідко. Наведені дані відносяться до заводів України [6].

Доменний газ ПАТ «Комбінат Запоріжсталь» має середній склад (на суху масу), об. %: CO - 25,1; H2 - 9,6; CO2 -17,7; N2 -46,8. Вологовміст 20 г/кг. Середня запиленість на виході з печі - 10 ... 20 г/м3. Середня температура на виході з печі 250°С. Печі на комбінаті працюють з підвищеним тиском на колошнику. Доменний газ на виході з печі має тиск 0,25 ... 0,3 МПа. Вихід газу від однієї печі становить 150 ... 250 тис. м3/год., по комбінату - близько 800тис. м3/год [1].

 Організованим газопиловим викидом в доменному цеху можна вважати вихід доменного газу з печі. Однак доменний газ є горючим вторинним енергоресурсом, токсичним і вибухонебезпечним газом. В силу цих причин випуск його в атмосферу виключений. Доменний газ піддається багатоступеневої очистки та використовується як паливо. Через невелику теплоту згорання доменний газ зазвичай використовується в суміші з іншим, висококалорійним паливом, найчастіше з природним або коксівним газом. Після очистки від пилу використовується як паливо для підігріву насадок повітронагрівачів, сталевих зливків, коксових батарей, для опалення котлів тощо [3-7].

Газ, що утворюється в доменному процесі, піднімаючись вгору, захоплює дрібні частинки шихти. Якщо використовувати такий газ в якості палива не очищеним, то це призведе до утворення відкладень в трубопроводах, забивання та зносу пальників. Тому відповідно до тех. вимог, доменний газ повинен бути очищений від пилу до концентрації не більше 10 мг / м3.

 У багатьох комбінатах України на даний час діє мокра багатоступенева схема очищення доменного газу. Первісна, груба очистка здійснюється в сухому радіальному пиловловлювачі, що представляє собою циліндр з конічним бункером (рис. 7.1). Діаметр циліндричної частини 11м. Забруднений доменний газ підводиться зверху. Швидкість газів в трубі, що підводить близько 10 м / с, в корпусі пиловловлювача - не більше 1 м / с. Осадження пилу відбувається при різкому повороті газового потоку на 180° при вході з труби в корпус пиловловлювача і потім при підйомі газів з малою швидкістю до вихідного штуцера. Ефективність очищення становить 65 ... 85%.



Рисунок 7.1 – Принципова схема радіального пиловловлювача

 Пил з сухого пиловловлювача періодично видаляється за допомогою шнека, змочують водою, в залізничні вагони.

 Запиленість газу після першого ступеня становить 3 ... 10 г / м3.

 Друга, напівтонка ступінь очищення здійснюється в апараті мокрого очищення - порожистому форсуночному скрубері (рис. 7.2). Цей апарат являє собою циліндричну вежу з конічним бункером внизу. Діаметр циліндричної частини - 6м, висота - 16м. Газ підводиться знизу. У верхній частині апарату встановлені три яруси евольвентних форсунок, призначених для розбризкування води. Вода подається під тиском 0,5 ... 0,6 МПа. Ефективність очищення становить 60 ... 80%. Газ очищується до залишкового вмісту пилу на виході 0,6 ... 1,5 г / м3. Питома витрата води на скрубер становить 3 ... 6 кг / м3 газу. Проходить через скрубер доменний газ охолоджується до 40 ... 50°С і повністю насичується водяними парами.



1 – вхід газу; 2 – шламова вода; 3 – 6 – яруси зрошування; 7 – підведення води;

8 – відведення шламової води

Рисунок 7.2 - Принципова схема порожистого скрубера

 Після порожистого форсуночного скрубера газ надходить в скрубер Вентурі (рис. 7.3). Тут здійснюється тонке очищення газу. Скрубер Вентурі є трубою Вентурі з краплевловлювачем. Труба Вентурі складається з конфузора, горловини і дифузора. Потік газу в горловині рухається зі швидкістю 70 ... 100 м / с. Вода, що вводиться в високошвидкісний потік газу, дробиться на дрібні краплі. Високий ступінь турбулентності газового потоку сприяє дробленню рідини і зіткнень частинок з краплями води. Краплі, разом із захопленими частинками пилу, потім уловлюються в краплевловлювачі.



А – труба Вентурі; Б – шламовий бункер; В – крапле вловлювач

1. конфузор; 2 – горловина; 3 - дифузор

Рисунок 7.3 – Принципова схема скруберу Вентурі

 Ефективність очищення газу в скрубері Вентурі становить 98 ... 99%.

Завершується процес тонкого очищення доменного газу в дросельної групі (рис. 7.4). Основне призначення цього апарату - дроселювання газу. При цьому підтримується підвищений тиск на колошнике і в системі газоочистки, а до споживачів газ надходить зі зниженим тиском.

 Дросельна група являє собою перегородку в трубопроводі доменного газу, забезпечену декількома отворами, що калібруються - дроселями. Встановлюється, наприклад, 3 регульованих дроселя діаметром 750 мм і один нерегульований діаметром 400 мм. Принцип роботи дросельної групи як газоочисного апарата аналогічний принципу роботи труби Вентурі. Основна відмінність полягає в тому, що в трубі Вентурі близько 80% енергії тиску газу відновлюється в дифузорі, тоді як в дросельної групі енергія не відновлюється, а витрачається для турбулентного перемішування потоків газу і води.



1 – дроселі, що регулюються; 2 – діафрагма; 3 – дросель, що не регулюється;

4 – підведення води до форсунок

Рисунок 7.4 - Дросельна група

 До кожного дроселя підведені патрубки з бризгалами, через які подається вода. Велика швидкість газу в дросельному пристрої, зволоження і різка зміна його напрямку сприяє виділенню з газового потоку частинок пилу і їх коагуляції. Це забезпечує хороші умови для подальшого уловлювання крапель води з пилом в краплевловлювачі.

 При очищенні доменного газу на комбінаті використовується схема замкнутого обороту води. Шламова вода після г/очистки містить зважені частинки і нагріта до температури 60 ... 70°С. Ця вода з відкритого лотку, а потім по трубопроводу надходить на насосну шламової води, звідки перекачується в радіальні відстійники. Тут відбувається осадження зважених часток. Очищена від механічних домішок (освітлена) вода надходить на вентиляторну градирню для охолодження.

 У градирні вода розбризкується за допомогою форсунок і у вигляді крапель падає з висоти близько 8 м. Для інтенсифікації процесу охолодження у верхній частині градирні змонтовані вентилятори, що створюють зустрічний потік повітря.

 Для подачі води знову в систему газоочистки передбачена ще одна насосна станція - насосна освітленої води.

 В системі замкнутого водооберту частина води втрачається зі шламом і при випаровуванні в лотку, відстійниках і особливо в градирні. Ці втрати безперервно поповнюються підживлювальною водою.

 Вологий шлам після відстійників надходить на фільтр-преси, де його вологість знижується приблизно до 10%, і вивозиться у відвал.

 Описаною схемою очищення доменного газу притаманні як переваги, так і недоліки. До переваг можна віднести простоту конструкції, надійність роботи апаратів очищення. Їх обслуговування не вимагає високої кваліфікації персоналу. Дана схема може працювати з газами високої температури і великої вологості, витрата газів може змінюватися в широких межах. Застосування замкнутого водооберту дозволяє уникнути забруднення водойм.

 Разом з тим, в схемі є і суттєві недоліки. Отримання уловленого продукту у вигляді шламу ускладнює його подальшу переробку. Високий корозійний знос обладнання призводить до частих ремонтів. Апарати газоочистки (сухий пиловловлювач, порожнистий форсуночний скруббер) громіздкі і металоємність.

 Організація оборотного циклу водопостачання вимагає великих площ, великої кількості різноманітного обладнання, значних капітальних і експлуатаційних витрат. На циркуляцію води в системі, на створення підвищеного тиску у форсунок витрачається багато електроенергії в насосних станціях.

 Теплова енергія доменного газу витрачається в апаратах мокрого очищення на нагрів води, а потім безповоротно втрачається в градирні.

 Енергія надлишкового тиску доменного газу також безповоротно втрачається в дросельної групі.

 Тепломісткість доменного газу можна ефективно утилізувати в газовій утилізаційної безкомпресорної турбіні (ГУБТ). Однак, встановлювати таку турбіну після апаратів мокрого очищення газу не можна. Газ, що пройшов такі апарати, насичене водяними парами, які при розширенні газу в турбіні будуть конденсуватися. Крапельки вологи, б'ючись об рухомі з великими швидкостями лопатки турбіни, викличуть їх швидкий ерозійний знос. Тому, при використанні мокрій системи очищення, газ перед ГУБТ необхідно підігрівати. Зазвичай це роблять, спалюючи частина очищеного доменного газу і змішуючи продукти згоряння з основним потоком газу. При цьому знижується теплота згоряння, і так досить низька у доменного газу.

 З огляду на цей фактор і те, що значна частина теплової енергії доменного газу втрачається в системі г/о, можна зробити висновок про меншу ефективність використання ГУБТ при мокрій очистці газу, в порівнянні з сухою. Це також є недоліком описаної схеми.