

УДК 621.121

ТЮТЮНИК Л.І.^{1*}, КАСІЛОВ В.Й.², ІВАНОВА Л.І.³

ПРОБЛЕМИ І ЗАДАЧІ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ЗАХИСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ВИКИДІВ СІРЧИСТИХ З'ЄДНАНЬ. МЕТОДИ СІРКООЧИЩЕННЯ ПАЛИВ ДО ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В КОТЛАХ

¹ к.т.н., доц., доц. кафедри парогенераторобудування, НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна.

² к.т.н., доц., проф. кафедри парогенераторобудування, НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна.

³ старш. викладач кафедри парогенераторобудування, НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна.

* e-mail: lara.tyutyunik@gmail.com

Вступ. Енергетика є основним рушійним чинником розвитку всіх галузей промисловості, комунального і сільського господарства, служить базою підвищення продуктивності і добробуту населення. Вона має найбільш високі темпи розвитку і масштаби виробництва. Саме тому темпи науково-технічного прогресу і поліпшення умов праці значною мірою визначаються станом енергетики і у всіх країнах світу їй приділяється величезна увага. На сучасному етапі розвитку енергетики дуже важливою стає проблема її взаємодії з навколишнім середовищем. У всьому світі зростають вимоги до захисту навколишнього середовища у зв'язку з прогнозом економістів про прискорений вибуховий техніко-економічний розвиток. Одним з об'єктів підвищеної уваги при цьому є сірчані з'єднання, які утворюються при спалюванні органічних палив. Збиток, що заподіюється викидами оксидів сірки, настільки великий, що в багатьох країнах здійснюються розраховані на декілька років вперед програми сіркоочищення.

Мета роботи. Дослідження і розробки останніх років в області сіркоочищення показали, що в даний час існує велика кількість процесів, здатних задовольнити різним технічним і економічним вимогам. Цій тематиці присвячена монографія «Удосконалення та оптимізація моделей, процесів, конструкцій та режимів роботи енергетичного обладнання АЕС, ТЕС та опалювальних котельних» під редакцією проф. О.В. Єфімова.

Загальна частина. Рішення проблеми зниження викидів з'єднань сірки при спалюванні органічного палива може бути здійснено за допомогою наступних заходів:

- 1) використання на ТЕС палив з малим вмістом сірки;
- 2) видалення сірки з палив до їх спалювання шляхом збагачення на спеціалізованих підприємствах;
- 3) видалення сірки в процесі спалювання палива;
- 4) сіркоочищення димових газів.

Перший захід – так званий метод непостійно діючої технології – передбачає, що за сприятливих метеорологічних умов на електростанції спалюється високо сірчисте паливо, при несприятливих – малосірчисте.

Другий захід залежно від виду палива може бути реалізований на різних спеціалізованих підприємствах. Знесірчення мазуту може бути здійснено на нафтопереробних заводах прямим або непрямим способом. При прямому способі нафтовий залишок піддається каталітичному гідрообробленню при підвищених температурі і тиску. Непрямий спосіб сіркоочищення полягає в тому, що шляхом вакуумної перегонки мазуту відділяються летючі речовини від важких нафтових залишків. Потім ці легкі компоненти знесірчують шляхом гідроочищення і змішують з важкими. При цьому виходить котельне паливо із вмістом сірки менше 1 % масою.

Технологія по знесірченню твердих палив полягає у відділенні сірчаного колчедану (піриту) від вугілля на вуглезбагачувальних фабриках. Щільність колчедану в 2,5 разу вище за щільність вугілля, колчедан володіє парамагнітними властивостями. Ці властивості і використовуються в процесах сухого і мокрого збагачення вугілля. Збагачення може бути ефективним (20–30 %), якщо частка колчеданної сірки у вугіллі достатньо висока, як, наприклад, в підмосковному бурому вугіллі. Для знесірчення твердих палив можуть застосовуватися і інші дорожчі способи. Наприклад, гідротермічне сіркоочищення подрібненого палива в автоклавах при температурі 225–350 °C і тиску 1,8 МПа із застосуванням лужних розчинів гідратів оксидів натрію і кальцію. Для видалення органічної сірки застосовуються різні спеціальні розчинники у присутності водню при температурах близько 450 °C і тиску 1,4 МПа.

Третій захід здійснюється шляхом газифікації рідких і твердих палив і спалювання цих палив в киплячому шарі. При цьому як в першому, так і в другому випадку зв'язуються сірчисті з'єднання різними реагентами з подальшим отриманням товарної продукції у вигляді елементарної сірки або діоксиду сірки, які використовуються в сіркокислотних і інших виробництвах.

Процес газифікації твердого або рідкого палив здійснюється в спеціальних газогенераторах при неповному їх окисленні ($\alpha = 0,4\text{--}0,5$), високій температурі (900–1300 °C) і тиску від 1,5 до 10 МПа. Залежно від типу дуття (повітря, кисень, водяна пара) теплота згорання генераторного газу може коливатись у великих межах: від 4,5 до 16,5 МДж/м³. В процесі газифікації 70–72 % теплоти згорання палива переходить в теплоту згорання газу, а решта складає фізичну теплоту продуктів газифікації і втрати теплоти в навколишнє середовище. Викиди сірчистих з'єднань в навколишнє середовище в результаті використання цієї технології можна зменшити на

92–95 % шляхом уловлювання H_2S і SO_2 з подальшим перетворенням їх в товарну сірку або сірчану кислоту.

Застосування киплячого шару для спалювання сірчистих палив дозволяє приблизно на 90 % хімічно зв'язувати сірку за допомогою роздробненого вапняку (або інших сорбентів) при температурі 750–850 °С. При цій температурі відбувається термічна дисоціація вапняку з утворенням оксиду кальцію, який вступає у взаємодію з сірчистими з'єднаннями, утворюючи сульфат і сульфід кальцію. Для зменшення витрати вапняку і видалення сірчистого ангідриду здійснюється регенерація сірчаноокислого кальцію при температурі 1000–1100 °С. Регенований оксид кальцію знову подається в киплячий шар. Слід зазначити, що у зв'язку з низьким температурним рівнем процесу горіння палива істотно зменшується можливість утворення оксидів азоту.

Четвертий захід – сіркоочищення димових газів – є найбільш складним і дорогим. Це обумовлено тим, що концентрація SO_2 в димових газах відносно мала, розчинність у воді низька. Тому потрібні велика кількість дорогих реагентів і каталізатори для зв'язування діоксиду сірки, а також численне апаратне забезпечення схем сіркоочищення.

Висновки. Необхідно відзначити, що проблема захисту навколишнього середовища від шкідливих викидів енергетики і інших галузей промисловості за своїми масштабами є як національною, так і глобальною, оскільки розповсюдження викидів не має меж. Тому при ООН, МІРЕК і інших міжнародних організаціях створені спеціальні органи для вивчення, обговорення, аналізу екологічних проблем і укладення міжнародних договорів. Таким чином, на сучасному етапі розвитку енергетики проблема її взаємодії з навколишнім середовищем є вельми гострою, багатобічною і вимагає особливої уваги. Особливо гостро стоїть ця проблема в енергетиці України, вважаючи сучасний стан і перспективи, її розвитку.

Всі ці заходи можуть ефективно застосовуватися при захисті довкілля від сірчистих з'єднань.

Список літератури:

1. Плячков І.В. та ін. Сучасний стан і перспективи розвитку електроенергетики України. *Енергетика і електрифікація*. 1999. № 5.
2. Залогина Н.Г., Кроппа Л.И., Кострыкина Ю.М. *Енергетика и охрана окружающей среды*. Москва: Энергия, 1979.
3. Ефимов А.В. Совершенствование и оптимизация моделей, процессов, конструкций и режимов работы энергетического оборудования АЭС и ТЭС и отопительных котельных : монограф. Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. 375 с. На русск. яз. ISBN 978-966-2426-84-7.