

область на  $80...140 \text{ см}^{-1}$ ; Оже-спектрами, які свідчили про збагачення поверхні вуглецем (захисна стійка плівка із металохелатних комплексів, в  $40...50 \text{ нм}$ ). Вона надійно захищає сталь від дії агресивного середовища. В результаті скорочуються на  $95...97\%$  втрати металу, що значно зменшує накопичення важких металів в ґрунті, стічних, поверхневих водах. Водночас спостерігається зв'язування ВМ у ґрунті, стічних водах в нерозчинні металохелатні комплекси, що суттєво знижує їх токсичність та унеможливує накопичення, акумуляцію в рослинах (і далі по трофічних ланцюгах), завдяки перетворення рухомої форми катіонів металу в нерухому.

**Таблиця 2 – Коефіцієнти захисної дії із СЗК (сталь 20,  $\epsilon=0.2\%$ ),  $C_{СЗК}=1 \text{ г/л К} + C_{СД}=1 \text{ ммоль/л в НСІ, рН 1}$**

Ін	$\gamma_c$	$\gamma_k$	$\gamma_a$	$\gamma_x$	$\gamma$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$	$\gamma_4$	Z, %	$\beta$ , %	$K_{СН}$ , %	$K_{КР}$
К	4.5	2.5	6.9	6.7	11.2	3.1	2.9	3.8	1.4	91.1	70.7	81.3	36
СЗК	12.9	6.1	20.8	22.9	35.8	9.4	7.9	16.2	2.3	97.3	76.2	93.9	115
$\gamma_{СИН}$	1.5	1.4	1.6	1.7	1.5	1.7	1.6	2.1	1.2	1.5	1.6	1.7	1.5

#### Висновки

1. Інтегральні показники екостану, екобезпеки водойм, ґрунту, атмосфери дають можливість удосконалити дієвість екологічного моніторингу, здійснити своєчасний прогноз екологічної ситуації, можливих трансформацій забруднюючих речовин та прийняти певні управлінські рішення щодо підвищення якості довкілля та запобігання техногенних аварій.
2. Утилізація відходів в складі СЗК на вторинній сировині забезпечує позитивні синергічні екологічні ефекти, які підтверджені розрахунком техніко-економічної та соціально-екологічної ефективності.
3. Синергічні захисні композиції на вторинній сировині відповідають вимогам екологічної безпеки (4 клас безпеки – мало небезпечні речовини).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
2. Охрана окружающей среды / Под ред. Г.В. Дуганова. – К.: ВШ, 1999. – 307 с.
3. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века. – М.: РУДН, 2002. – 140 с.
4. Рудько Г.І., Гошовський С.В. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи). – К.: Нічлава, 2006. – 464 с.
5. Старчак В.Г. Влияние коррозионной ситуации на состояние экосистем //Ж. Монтажные и спецработы в строительстве. – 1992. – №10. – С. 11-12.
6. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичне втілення. – К.: Маклаут, 2008. – 320 с.
7. Старчак В.Г. Резерви економії металоресурсів. – Київ: Знання УРСР, 1983. – 48с.
8. Екологічна безпека та охорона НС /За ред. О.І. Бондаря, Г.І. Рудька. – К.:ЕКМО, 2004. – 423 с.
9. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека. – Х.: ХНУ, КДПУ, 2008. – 436 с.
10. Сучасне матеріалознавство ХХІ ст. /Відп. редактор –акад.. НАНУ І.К. Походня. – К.: Наук. думка, 1998. – 658 с.
11. Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій /Під ред. акад. НАНУ В.В. Панасюка. – Львів: Каменяр, 1999. – Т.1. – 352 с., Т.2. – 346 с., Т.3 – 286 с.
12. Національна доповідь про стан НПС в Україні. – К.: Мінприроди України, 1995. – 110с.
13. Доповідь при стан НПС в Чернігівській обл. за 2009 рік. – Чернігів: Мінприроди України, ДУ ОНПС в ЧО, 2009. – 246 с.
14. Охорона техноприродних екосистем від техногенного забруднення /В.Г. Старчак, І.П. Крайнов, С.Д. Цибуля та ін. //Фальцфейнівські читання. Херсон: МОНУ, ХДУ, ІП, 2009. – С. 339-342.
15. Екологічна безпека техноприродних екосистем в умовах техногенного впливу важких металів /В. Старчак, О. Бондар, І. Пушкарьова та ін. //Фіз.-хім. механіка матер. – 2010. – Спецвип. №8. – Т.2. – С.815-821.
16. Теоретичні та прикладні аспекти збалансованого природокористування в ТПС /В.Г. Старчак, С.Д. Цибуля, І.Д. Пушкарьова та ін. //вісник НУ «Львівська політехніка». Хімія, технологія речовин та їх застосування» – 2010. – №667. – С. 314-316.

УДК 66.074

**Безвозюк І. І., Гурко О. В. (Україна, Вінниця)**

#### **ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ ВІД ОКСИДІВ СІРКИ НА ВАТ “ЗАХІДЕНЕРГО” ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС**

Ладизинська ТЕС розташована на двох промислових майданчиках і налічує загалом 76 джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Валовий викид забруднюючих речовин становить 123004,5 т / рік.

Валовий викид парникових газів становить:

- вуглецю діоксид ( $\text{CO}_2$ ) – 3881947,75 т / рік;
- діазоту оксид ( $\text{N}_2\text{O}$ ) – 58,815 т / рік.

Максимальний вклад підприємства в рівень забруднення атмосфери при найбільш несприятливих метеорологічних умовах, при яких концентрація шкідливих речовин в атмосферному повітрі максимальна із врахуванням фонових концентрацій не перевищує 0,99 граничнодопустимої концентрації групи сумарної 31 (азоту діоксид + ангідрид сірчистий) для населених місць [1,2,3].

В зв'язку з тим, що в Україні відсутній досвід з впровадження найкращих доступних технологій (сіркоочисна установка, триступеневе спалювання із використанням вугілля), а на Ладжинській ТЕС ці заходи знаходять на стадії технічного завдання (вишукувань) та експериментального впровадження інформації щодо витрат, пов'язаних із реалізацією запланованих заходів щодо запобігання забрудненню атмосферного повітря на даний момент не існує [4].

З точки зору найменших витрат на сіркоочищення, можна визначити в якості сорбенту гашене вапно (використовуються відходи металургійного виробництва або виробництва будматеріалів) [5].

За способом введення сорбенту можна розглянути три варіанти:

варіант I	–	введення сорбенту в котел;
варіант II	–	введення сорбенту в електрофільтри;
варіант III	–	введення сорбенту в скрубери.

#### В а р і а н т I

Для використання вапняку в якості сорбенту його необхідно розмолоти з метою збільшення поверхні реагування через те, що  $\text{SO}_2$  зв'язується не карбонатом кальцію, а оксидом  $\text{CaO}$  або гідроксидом кальцію  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , частинки вапняку при попаданні в котел піддаються термічному розкладу (кальцинації) з утворенням частинок негашеного вапна  $\text{CaO}$ . Час кальцинації становить близько 0,5 с. Надалі протікає процес хімічного зв'язування молекул  $\text{SO}_2$  на поверхні частинок вапна.

При введенні в котел гідратного гашеного вапна на першій стадії проходить процес дегідратації, час якого становить біля 0,1 с. Тільки при введенні частинок негашеного вапна процес сухого сіркоочищення починається зразу ж після нагріву частинок сорбенту.

Ефективність уловлювання  $\text{SO}_2$  при використанні введення сорбенту в котел складає 40÷60 %, в залежності від співвідношення  $\text{Ca/S}$ , точок введення сорбенту, навантаження котла.

Цей метод відрізняється великою надійністю і малим енергоспоживанням (0,01÷0,5 % електричної потужності), на виході отримуються тільки сухі субпродукти (сульфати і сульфіти кальцію, а також невикористане вапно), які мають вловлюватися системами золовловлювання.

Недоліком цього варіанту є те, що сорбент вводиться в котел і тим самим збільшується кількість твердих нейтральних частинок у димових газах, знижується коефіцієнт корисної дії.

Також недоліком цього способу сіркоочищення є проблеми із забрудненням і шлакуванням поверхонь обміну, і тому введення сорбенту в зону 980÷1230 °С (перед поворотом у конвективну шахту) не бажаний. Більш придатним, з точки зору експлуатації, буде введення сорбенту в зону температур 600°С, хоча такий вибір зменшує ефективність сухого зв'язування сірчистого ангідриду, тим більше при використанні вапняку. У разі виникнення "свища" тверді продукти відкладаються на поверхнях теплообміну і знижують ефективність теплообміну.

Ефективність використання сорбенту з підвищенням ступеня сіркоочищення може бути збільшена на 15÷20 % при розпилюванні крапельологи перед електрофільтрами. Процес у цьому разі протікає наступним чином: частинки вапна попадають на краплі води, негашене вапно переходить в гашене, яке частково розчиняється на крапляхологи і реагує з молекулами оксиду сірки. Процес протікає доти, поки вапно розчиняється у воді. Цей процес подібний відомому процесу LIFAC (введення вапняку в топку й активація оксиду кальцію) [6].

#### В а р і а н т II

Використання цього варіанту передбачає встановлення "мокрого" ступеня електрофільтрів – отримання вапняного "молока" із подальшим введенням його через напірний бак і спеціальні форсунки в камеру електрофільтрів – скрубера (реакція проходить в об'ємі газового потоку) з подальшим уловленням продуктів реакції в "мокрому" полі електрофільтрів (реакція проходить в об'ємі газового потоку і на осаджувальних електродах). Ефективність даного методу залежить від часу реагування  $\text{SO}_2$  та сорбенту, кількості сорбенту і може досягати рівня 60÷70 %. Реакція починається зразу після введення сорбенту в камеру електрофільтрів. На відміну від варіанту I, у цьому разі ми не забруднюємо поверхні нагріву котла, можемо регулювати процес очищення подачею сорбенту в камеру золоочисної установки і маємо можливість розділити процеси на окремі стадії, не пов'язані між собою:

- роботу котлоагрегату та сухих електрофільтрів без введення сторонніх компонентів;
- забезпечення сіркоочищення безпосередньо в скруберах та мокрих електрофільтрах;
- виключення попаданняологи в сухі електрофільтри;
- підвищений ступінь очищення двоступеневою установкою при вловлюванні твердих частинок;
- при встановленні концентратора вловлений в установці продукт можливо реалізувати підприємствам будіндустрії, а частинуологи повернути в процес без відправлення на золовідвал;
- ліквідація пиління золовідвалу.

Недоліком цього способу сіркоочищення є складність рівномірного розподілу вологи і сорбенту по великому перерізу електрофільтрів, необхідність перекачування додаткової оборотної води та встановлення додаткового концентратора для вилучення вловленого продукту з рідкої фази та його реалізації [6].

### В а р і а н т І І І

Використання цього варіанту передбачає встановлення після електрофільтрів мокрих скрубєрів із коагуляторами (трубами) Вентурі. Процес здійснюється шляхом отримання на спеціальній мішалці вапняного "молока" із подальшим введенням його через напірний бак у краплевловлювачі (реакція проходить на стінках скрубєрів) та в сопла труб Вентурі (реакція проходить в об'ємі газового потоку). Ефективність даного методу можна оцінити як 60÷70 %. Реакція починається зразу після введення сорбенту в елементи скрубєру. На відміну від варіанту I, у цьому разі ми не забруднюємо поверхні нагріву котла і виконуємо регулювання очищення подачею сорбенту в різні зони золоочисної установки і маємо можливість розділити процеси на окремі стадії, не пов'язані між собою:

- роботу котлоагрегату та електрофільтрів без введення сторонніх компонентів;
- забезпечення сіркоочищення тільки безпосередньо в скрубєрах;
- виключення попадання вологи в електрофільтри;
- підвищений ступінь очищення двоступеневою установкою при вловлюванні твердих частинок;
- при встановленні концентратора вловлений в скрубєрах продукт можливо реалізувати підприємствам будівництва, а частину води повернути в процес без відправлення на золовідвал;
- ліквідація пиління золовідвалу.

Недоліками методу є підвищення гідравлічного опору установки приблизно на 120-160 мм вод. ст., необхідність встановлення більш потужних димососів, перекачування додаткової оборотної води. Уловлений продукт отримується в рідкій фазі, і для його реалізації потрібен додатковий концентратор.

Оцінюючи ці варіанти, слід відзначити, що при однаковій ефективності сіркоочищення, з точки зору експлуатаційних витрат, перевагу слід віддати варіанту II [6].

Слід зауважити, що при використанні цих методів сіркоочищення витрата сорбенту становить близько 10 т/год, і тим самим збільшуються викиди твердих частинок в атмосферу. Враховуючи це, необхідно підвищити ефективність роботи електрофільтрів до ~99,7 %. В існуючому варіанті блока 300 МВт це можливо виконати тільки при комплексній реконструкції газоочисного обладнання [5].

Контроль викидів золи, оксидів сірки та азоту у відхідних димових газах

Для дотримання вимог законодавства України щодо охорони навколишнього середовища та атмосферного повітря, забезпечення плати за реальні викиди, після установки (після димососів) встановлюються спеціальні прилади, які контролюють викиди золи, оксидів сірки, азоту та вуглецю з видачею даних на персональному комп'ютері.

Слід відзначити, що ці дані необхідні не тільки для здійснення сплати за викиди, але й для забезпечення режиму роботи котла з мінімальними викидами оксидів азоту та вуглецю. Саме тому інформація про вміст цих газів виводиться через персональний комп'ютер на табло газозолоочищення БЩУ (блочний щит управління).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Госкомгидромет, 1987.
2. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами). ДСП-201-97, МОЗ, Київ, 1997.
3. Збірник "Гранично допустимі концентрації /ГДК/ та орієнтовні безпечні рівні діяння /ОБРД/ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць", Донецьк, 2006.
4. Закон України „Про охорону атмосферного повітря” від 16.10.1992 №2707-ХІІ.
5. Установки спалювання на теплових електростанціях та в котельнях. Організація контролю за викидами в атмосферу. СОУ-Н МПЕ 40.1.02.307: 2005. НД Київ, 2005
6. Технічне завдання на реконструкцію електрофільтрів блока 300 МВт Ладизинської ТЕС із метою створення комбінованої установки для очищення димових газів від леткої золи та діоксиду сірки. Львів, 2007.

У ДК 502.37 : 662.74 + 547.386

Тітов Т. С. , Гордієнко О. А. (Україна, Вінниця)

### ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ СІРКОВУГЛЕЦЮ ГОЛОВНОЇ ФРАКЦІЇ СИРОГО БЕНЗОЛУ КОКСОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

Підприємства коксохімічної промисловості України є невід'ємною складовою металургійного промислового комплексу. В той же час коксохімія – одна з галузей промисловості, яка значно забруднює навколишнє середовище за рахунок утворення великої та різноманітної кількості органічних сполук та відсутності надійних технологічних рішень їх концентрування та виділення.