

або шлак застосовуються в поєднанні із звичайними заповнювачами. Але, незважаючи на це, реальне використання зол ТЕС має дуже незначні об'єми, що пов'язано, в першу чергу, з відсутністю на даний час технологій використання зол з суттєвим економічним ефектом.

Одним з методів, який може бути застосований для підвищення ефективності, є метод механоактивації речовин. Відома здатність кварцвміщуючих матеріалів набувати в'язучих властивостей під дією механоактивації, що є основою розробки технологічних процесів утилізації всіх золошлакових відвалів з метою одержання будівельних матеріалів. Під механоактивацією розуміють зміну фізико-хімічних властивостей речовин під дією механічних сил. Це яскраво проявляється в умовах тонкого і надтонкого подрібнення матеріалів. В нашому університеті проводились дослідження по впровадженню методу механоактивації речовин для розробки технологій утилізації відходів виробництва, в тому числі зол і шлаків ТЕС. Одержані результати показують, що механоактивація надає золі в'язучих властивостей і це дає змогу використовувати її в якості наповнювача будівельних матеріалів. Міцність цементу з добавками активованої золи значно вища, ніж міцність цементу з добавками необробленої золи. Крім того, золошлакова цегла на 1/3 легша і міцніша від глиняної, а затрати виробництва на 25-30% менші. Виробництво бетонних блоків з використанням штучних заповнювачів із золи приблизно на 25% дешевше, ніж з використанням природних заповнювачів.

Практичне впровадження результатів досліджень дозволить збільшити об'єми використання таких відходів і вирішувати екологічні проблеми, пов'язані з їх утворенням.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОКСОВОГО ГАЗА В ДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Е.В.БОНДАРЧУК, В.В.КОЧУРА

Донецкий государственный технический университет

Одной из основных задач доменного производства является сокращение расхода дорогого и дефицитного кокса за счет вдувания в горн печей дешевых энергоносителей в условиях возрастающих требований по защите окружающей среды. Одним из заменителей кокса является коксовый газ, получаемый при производстве кокса в коксохимическом производстве.

Давление коксового газа при выходе из камер коксования составляет в газосборниках перед нагнетателями 100-200 Па, что требует его компримирования для подачи в доменные печи. Последнее осложняется тем, что выделяющиеся из газа частицы нафталина препятствуют нормальной эксплуатации компрессоров. Кроме того, в составе коксового газа содержится 6-25 г/м³ сероводорода, способствующего коррозии металлов, особенно меди из которой сделаны воздушные фурмы доменной печи. Поэтому перед компримированием требуется очистка коксового газа от нафталина и сероводорода. Необходимо также предусматривать предотвращение контакта коксового газа с медной поверхностью фурм, что может быть обеспечено за счет разработки конструкции узла подвода газа.

Одной из проблем эффективного использования вдуваемых заменителей кокса является полнота превращения углеводородов и твердых частиц углерода в фурменных очагах. Коксовый газ, содержащий до 70 % свободных восстановителей имеет существенные преимущества перед остальными углеводородсодержащими добавками. Доля углеводородов в нем в 4 раза меньше, чем в природном газе, что в значительной мере снимает проблему реформации углеводородов в фурменных очагах.

Количество вносимых восстановителей на каждый 1 м³ природного газа соответствует 1,8-1,9 м³ коксового при более высокой доли водорода в последнем. Расход дутья на сжигание у фурм и количество образующихся при этом фурменных газов на единицу восстановителя для коксового газа ниже, чем для природного.

По восстановительному потенциалу образующихся фурменных газов коксовый газ имеет существенные преимущества перед природным. Однако тепловой эффект превращений коксового газа у фурм составляет 0,25-0,34 МДж/м³, в то время как природного газа - 1,5-1,9 МДж/м³. Поэтому основным эффектом от вдувания коксового газа, как и в случае с природным, является уменьшение теплотребности процесса за счет снижения степени прямого восстановления.

Таблица № 1. Характеристика коксового и природного газов, используемых в доменных печах Мак МК

Показатель	Коксовый газ	Природный газ
Состав, % по объему СО	2,2	1,26
СО ₂	6,4-7	-
Н ₂	60,6	-
СН ₄	24,8	91,22
С _m Н _n	2,7	6,13
О ₂	0,7	-
Н ₂	2,6	1,43
Н ₂ S, г/м ³	0,12-0,5	-
Теплота сгорания, МДж/м ³	17-18	34-36

Расчеты по влиянию коксового газа на технологические показатели доменной плавки выполнялись по методу профессора А.Н.Рамма. В качестве исходных данных был выбран период работы доменной печи №5 МакМК полезным объемом 1400 м³ за ноябрь 1999 г., выплавающей передельный чугун следующего состава, %: Si=1,33; Mn=0,14; P=0,046; S=0,029.

Железорудная шихта состояла, кг/т чугуна: агломерата - 1130; окатышей - 595; металлдобавки - 17. Параметры комбинированного дутья были следующими: температура дутья - 813 °С, влажность дутья - 10,4 г/м³, содержание кислорода в дутье - 22,6%, расход природного газа - 94 м³/т чугуна.

В расчетах предусматривалось поддержание теоретической температуры горения на неизменном уровне 1855 °С при варьировании одним или несколькими параметрами комбинированного дутья.

Результаты расчетов показали, что теоретическая температура горения снижается с повышением расхода коксового газа (% к дутью) со скоростью 25-30 °С/%; для сохранения ее на постоянном уровне требуется добавка кислорода 0,6%/ % или повышение температуры дутья на 35 °С/%. Температура колошниковая с повышением расхода коксового газа увеличивается со скоростью 0,25-0,30 °С /%. Теплоотдача коксового газа у фурм составляет 148 кДж/м³, что на порядок ниже, чем у природного. Это связано с низким содержанием углерода в коксовом газе. Коэффициент замены кокса коксовым газом составляет 0,2-0,4 кг/м³. Производительность увеличивается на 4 % в случае замены коксовым газом всего природного газа.

При сжигании коксового газа в различных агрегатах с выбросом продуктов в атмосферу последняя загрязняется вредными серосодержащими компонентами. При вдувании его в доменную печь серосодержащие и другие вредные компоненты удаляются из газа, а остатки их, фильтруясь через столб шихтовых материалов, поглощаются компонентами шихты и переходят в шлак. Таким способом в ходе технологического процесса решается проблема защиты окружающей среды от вредных воздействий.

ВИЗНАЧЕННЯ МІКРОКОНЦЕНТРАЦІЙ ГАЗОВИХ ДОМІШОК У ПОВІТРІ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ З ДВОХ НЕКАЛІБРОВАНИХ СЕНСОРІВ

О.І. БУКЕТ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Одержання оперативної інформації про вміст газових домішок у повітрі є одним з найважливіших аспектів екологічної безпеки. Звичайно визначають мікроконцентрації (1...100ppm) домішок у повітряному середовищі з найбільшою допустимою похибкою 25 % за допомогою промислових газоаналізаторів. Це вимагає регулярних повірок та калібрування з використанням балонних сумішей, концентрація яких змінюється при зберіганні. Тому існує нагальна потреба в методах аналізу, котрі калібрування не потребують.

На кафедрі технології електрохімічних виробництв НТУУ «КПІ» було теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено метод визначення концентрації електрохімічно активного газового компонента за допомогою системи з двох некаліброваних сенсорів. Два однотипних амперометричних сенсора 1,2 розміщені послідовно, як показано на малюнку, і генерують аналітичні сигнали [граничний дифузійний струм I (мкА)] прямо пропорційно до швидкості споживання аналізованого компонента електрохімічними комірками у ході струмоутворюючої реакції. Вимірювання складається з двох етапів. На першому аналізована суміш з концентрацією визначуваного компонента C_0 (мг/м³) подається з об'ємною швидкістю V (м³/год) від зовнішнього середовища до камери 3, де сенсор 1 генерує струмовий сигнал $I_{11}=K_1 \cdot C_0$, і далі послідовно до камери 4, де сенсор 2 генерує сигнал $I_{21}=K_2 \cdot C_1$, де K_1 і K_2 – коефіцієнти перетворення сенсорів (мкА*м³/мг). На другому етапі аналізована суміш з концентрацією C_0 подається спочатку до камери 4, де сенсор 2 генерує сигнал $I_{22}=K_2 \cdot C_0$, а потім послідовно до камери 3, де сенсор 1 генерує сигнал $I_{12}=K_1 \cdot C_2$. Концентрації C_1 та C_2 , які залишаються у суміші після поглинання сенсорами 1 та 2, відповідно, визначаються з рівнянь матеріального балансу (1) та (2), записаними відповідно для камери 3 та 4 з урахуванням закону Фарадея:

$$C_0 V = C_1 V + I_{11}M/(nFV), \quad (1)$$

$$C_2 V + I_{22}M/(nFV) = C_0 V, \quad (2)$$

де nF – кількість електрики, (мкА*год/моль), необхідної для перетворення 1 моль визначуваного компонента з молярною масою M , (мг/моль). Тоді вираз $I_{21}=K_2 \cdot C_1$ можна записати як $I_{21}=K_2 \cdot [C_0 - I_{11}M/(nFV)]$, і почленно розділивши його на $I_{11}=K_1 \cdot C_0$ отримати перше рівняння для розрахунку визначуваної концентрації C_0 :

$$C_0(1) = I_{11}I_{22}M/[nFV(I_{22} - I_{21})], \quad (3)$$

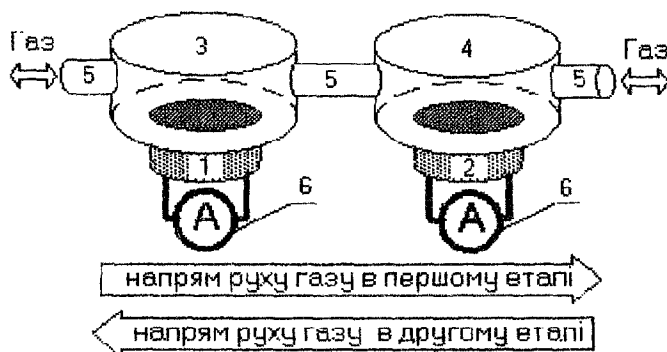
Аналогічно з рівняння $I_{12}=K_1 \cdot C_2$ та $I_{22}=K_2 \cdot C_0$ отримуємо

$$C_0(2) = I_{11}I_{22}M/[nFV(I_{11} - I_{12})] \quad (4)$$

Середнє арифметичне значень $C_0(1)$ та $C_0(2)$ є кінцевим результатом вимірювання.

Апробація метода проведена при визначенні у повітрі мікроконцентрацій озону та хлору сенсорами, розробленими на кафедрі ТЕХВ. Час отримання достовірного сигналу у таких сенсорів не перевищує 1...1,5 хв. Тому час вимірювання складає не більше 3...5 хв. Встановлено, що основна похибка методу має екстремальну залежність від швидкості подачі газової суміші з мінімумом, що не перевищує 10 % при 0.01...0.03 м³/год (якщо камери 3, 4 мають висоту 2 мм при діаметрі 15 мм). Це пояснюється тим, що при зменшенні швидкості подачі суміші зменшується систематична похибка завдяки прискоренню поглинання компонента, але зростання втрат реакційно здатних газів на поверхнях газопроводів і камер значно збільшує похибку при швидкості подачі менше 0.01 м³/год.

Таким чином, запропоновану систему можна застосовувати як для безпосереднього моніторингу повітряного середовища, так і для контролю концентрації повітряних балонних сумішей в якості метода аналізу, який не потребує калібрування.



Мал. Схема вимірювання концентрації визначуваного компонента газової суміші.

1,2 - амперметричні сенсори; 3,4 - газові камери над індикаторними електродними сенсорами; 5 - газопровідні канали; 6 - мікроамперметри.

РЕКУПЕРАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ У МОТОРНЕ ПАЛИВО

О.К. БУТЕНКО, В.О. ГРЕЧКА

Східноукраїнський державний університет

Для розширення паливно-енергетичних ресурсів в Україні йде пошук заміни традиційних палив. В якості альтернативних палив найбільш використовуються спиртові суміші, вуглеводні синтетичні палива та газові палива які складаються з гомологів метана, водня та оксиду вуглецю [1].

Властивості цих сумішей визначені ще недостатньо. Особливо це відноситься к детонаційним характеристикам, схильності паливно-воздушних сумішей к зворотнім спалахам, межах їх займання. Як відомо, основи теорії займання сумішей та поширення полум'я у камерах згорання розроблено у працях Льюїса, Ельбе, В.Н. Воїнова, А.С. Іссерліна та ін. [2,3,4]. Для визначення меж займання у літературі використовується принцип Ле-Шательє-Брауна. Баластні компоненти враховують відношенням об'ємної долі та емпіричними залежностями концентрації CO_2 , N_2 , та меж займання.

Аналіз состава промислових викидів показав можливість їх використання як моторне паливо замість бензину. Так у виробництві метанолу, ацетилену, аміаку у відходи надходить синтез-газ у складові частини якого входять до 30...80% водню, 10...30% оксиду вуглецю, а також до 12% двооксиду вуглецю, та до 2% азоту.

На нафтопереробних заводах у факельних газах спалюється велика кількість етану, властивості якого близькі до пропан-бутанових фракцій. Промислові викиди наведені вище мають значно ширші межі запалення у порівнянні з бензином (бензин: $\gamma_{\text{H}}=4,9\%$, $\gamma_{\text{B}}=1,7\%$; етан: $\gamma_{\text{H}}=3,2\%$, $\gamma_{\text{B}}=12,5\%$; синтез-газ: $\gamma_{\text{H}}=74,2\%$, $\gamma_{\text{B}}=0,15\%$).

Розрахунки посвідчують, що використання промислових викидів як моторне паливо дозволяють значно розширити робочі состави суміші до $\alpha=2,0...7,0$. Використання газових викидів у двигунах внутрішнього згорання призводить до утворення суміші більшої однорідності.

Авторами проведені експерименти на кафедрі екології СУДУ на двигуні ЗМЗ-24Д. Характеристики знімались на холостому ході та стаціонарних режимах міського їздового циклу (МІЦ). Робота на етановому паливі призводила до економії бензину, та значному зниженню викидів незгорілих вуглеводнів (до 10 раз). Використовувались також бензо-етанові суміші, що дозволяло працювати на низько-октанових бензинах з ОЧМ=45...55 од. Оскільки у етана ОЧМ=90...100 од., що призводило до ліквідації викидів з відпрацьованими газами токсичних сполук свинцю. Проведена оцінка на моторному стенді детонаційних характеристик синтез-газу у якого виявлено ОЧМ=40...70 од. Експериментально визначені межі зворотних спалахів синтез-газу по составу суміші, які склали $\alpha=1...1,25$. Для зниження можливих зворотних спалахів, синтез-газ подавався за карбюратор, через сконструйований газовий змішувач з тангенціальними каналами, за рахунок цього газова-воздушна суміш розслоювалась до $\alpha<1,0$. Сумарний коефіцієнт надлишку повітря регулювався у межах $\alpha=1,25...2,0$ на режимах МІЦ, та до 7,0 на холостому ході. При роботі на бензині з добавкою 35% мас. синтез-газу сумарна токсичність знижується на режимах МІЦ до 25%

Таким чином, промислові викиди можливо використовувати як моторне паливо, або як добавку до бензину в вигляді газо-жидкісного палива. В якості палив рекомендуються використовувати етанові фракції відходів нафтопереробних виробництв, феррогаз металургійних виробництв, коксовий газ коксохімічних виробництв та конверсійний газ і синтез-газ відходів хімічних виробництв.

Література:

1. Звонов В.А. и др. Метанол как топливо для транспортных двигателей. Х.: Основа, 1990.-150 с.
2. Льюис и Эльбе. Горение, пламя и взрывы в газах. Пер. с англ. Изд. 2-е М.: Мир, 1968.-589 с.
3. Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: М-е, 1977.-277 с.
4. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива. Справочное пособие.-2-е изд., перераб. и доп. Л.: Недра, 1987. – 336 с.

ОСВЕТЛЕНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ФЛОКУЛЯНТАМИ

М.В. БЕСКРОВНАЯ, Т.Е. ШВЕЦ
Донецкий государственный университет

Биологически очищенные сточные воды в своем составе содержат 1000-1500 мг/л и более плохо оседающего микробного ила, что затрудняет возможность дальнейшего использования таких вод. Поэтому нами были проведены исследования по обработке биологически очищенных сточных вод различными флокулянтами. Исследования по определению типа флокулянта и его дозы проводили на реальном стоке. Установлено, что для осветления биологически очищенных коксохимических стоков наиболее приемлемыми являются флокулянты катионного типа.

Опытно-промышленные исследования процесса флокуляции проводили с оксиметилированным флокулянтом (ОКФ) в связи с тем, что его производство можно осуществить непосредственно на месте использования, а сырье для его производства изготавливается в Донецком регионе. Оптимальная доза при использовании флокулянта ОКФ составляла 20-25 мг/л.

Отработку режима флокуляции проводили на опытно-промышленной установке. Установка состояла из камеры смешения, отстойника, бака флокулянта, насоса-дозатора. Камера смешения была оборудована механической мешалкой и служила одновременно камерой хлопьеобразования. Расходный бак флокулянта, служащий одновременно и растворным, заправлялся вручную. Подача раствора флокулянта (в виде 0,5%) осуществлялась насосом-дозатором. Исследовали эффективность осветления сточной жидкости после I ступени биологической очистки, обработанной флокулянтом ОКФ. Контролировали следующие параметры: pH, t° , содержание взвешенных веществ, ХПК, NH_4^+ , NO_3^- ; мутность до и после обработки жидкости флокулянтом. Время отстаивания на основании ранее полученных кинетик осаждения принимали равным 1; 1,5; 2 часа. Тип отстойника - вертикальный.

По рекомендациям скорость вращения мешалки приняли равной 50 - 70 об/мин. Установлено, что при выбранной скорости вращения мешалки, камера смешения - хлопьеобразования должна быть рассчитана на время пребывания не более 20 мин. При большем времени пребывания стоков осаждение хлопьев происходит непосредственно в камере смешения.

В результате эксперимента установлено, что эффективность отстаивания взвешенных веществ для выбранных временных интервалов при обработке сточной жидкости флокулянтом ОКФ практически одинакова и для вертикального отстойника составляет 66-67%. При обычном отстаивании (без обработки флокулянтом) эффективность составляла 25% при времени отстаивания 2ч. Таким образом, флокулирование позволило увеличить в 2,5 раза эффективность отстаивания при сокращении времени осаждения. Эффективность снижения органических загрязнений по ХПК для выбранных временных интервалов составила 22-25% (при обработке флокулянтом). Кроме этого, мутность в осветленной воде уменьшилась на 35-36% (по оптической плотности).

Следует заметить, что увеличение содержания NH_4^+ в обработанной воде не превышало 5% при времени отстаивания 2ч, а при меньшем времени отстаивания составляло 2,5%. Большое влияние на эффективность отстаивания имеет содержание взвешенных веществ на входе в смеситель. Так при содержании взвеси менее 1 г/л эффективность отстаивания резко падала и составляла 60% при $C_{вх} = 0,9$ г/л, 40% при $C_{вх} = 0,7$ г/л. В контактных условиях были проведены исследования по обработке сырой сточной жидкости (из усреднителя) сфлокулированным илом. Проведенный эксперимент показал, что сфлокулированный ил должен составлять не менее 20% от объема жидкости. При этом ХПК снижается на 12%, содержание взвешенных веществ - на 40%, мутность - на 10%

Очищенная с помощью флокулянтов сточная жидкость может использоваться в оборотном цикле в качестве подпитки или направляться на дальнейшую глубокую очистку на внеплощадочные очистные сооружения. Обработка жидкости флокулянтом не влияет на жизнедеятельность микроорганизмов на последующих ступенях биологической очистки.

МЕТОД ОДЕРЖАННЯ НАПОВН ВАЧІВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВІДХОДІВ ТЕС

М.П. БОНДАРЧУК
Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу

Розвиток матеріального виробництва при сучасних його масштабах вимагає впровадження в господарський обіг не тільки великих об'ємів речовин та енергії, а й широке використання вторинних матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів, що утворюються у різних галузях виробництва і споживання.

Значну кількість відходів у вигляді золошлаків утворюють теплові електростанції, що працюють на твердому паливі. В наш час відходи теплової енергетики транспортуються і складаються у відвали, на спорудження яких затрачаються значні кошти, золошлакосховища ТЕС займають цінні родючі землі при одночасному забрудненні атмосфери. Так, наприклад, тільки золошлакові відходи Бурштинської ТЕС (Ів.-Франківська обл.) складаються на золошлаковідвалі площею 204,6 га. На 1.01.97 накопичено 33184,7 тис.т золошлаків, з них зола – 32746 тис.т, шлак – 438,7 тис.т.

Проте золи і шлаки ТЕС при правильному і ефективному використанні можуть бути джерелом розширення сировинних ресурсів різних галузей народного господарства, в першу чергу, промисловості будівельних матеріалів як місцеве в'язуче вапняково-золяного, цементно-золяного, вапняково-цементно-золяного типу. Застосування золи, шлаку і золошлакової суміші в якості активних мінеральних добавок, мікронаповнювачів і заповнювачів дозволяє отримати такі ефективні види бетону: важкий бетон, до складу якого входить зола замість частини цементу і частини заповнювача; легкий бетон, в якому зола в якості дрібного заповнювача замінює кварцовий або керамзитовий пісок; дрібнозернистий бетон на шлакопідданому заповнювачі, що включає шлак роздільного гідровидалення і природний пісок; бетони на комбінованих заповнювачах, в яких золошлакова суміш