

8. Джалилов, М.Ф. Малоотходная технологическая схема обессаливания воды [Текст] / М.Ф. Джалилов, А.М. Кулиев, Э.А. Сафиев и др. // Химия и технология воды. – 1992. – Т.14, №2. – С. 140–147.
9. Dorher Wolf, G. Carix Teilentsalzung von Trinkwasser mit Ionenaustauschern [Текст] / G. Dorher Wolf // Getranke.–Ind. – 1989. – 43, №10. –Р. 26–28.
10. Hagen, K. CO₂ statl chemikalien [Текст] / K. Hagen, V. Mayer // Umweltmagazin. – 1990. – 19, №8. – Р. 96–97.
11. Water softening process [Текст]: пат. 5152904 США: МКИ⁵С 02 F 1/52/ Kedem Ora, Ben Dror Jonothan; патентообладатель Yeda research and development Co. Ltd, Sor-van radiation Ltd. – №642207; заявл. 16.01.91; опубл. 06.10.92. – 11 с.
12. Dirken, P. J. Innoedvan eutmaterial op waterontharding in korrelreactoren, cen kristallografische benadering van kiemvorming tn kristallisatie [Текст] / P. J. Dirken, E. T. Baars, A. Graveland, C. F. Wocusdregt // Tijdschr. watervoorz. en afvalwater be handel. – 1995. - №16. – Р. 497– 502.
13. А. с. 1175878 СССР, МКИ С 02 F 5/00. Способ удаления сульфата кальция из воды [Текст] / Будека Ю. Ф. (СССР). – 5721439/29; заявл. 8.05.84; опубл. 30.08.85, Бюл. №32. – 2 с.
14. Lasar, B. The carbonate system in hypersaline solutions: alkalinity and CaCO₃ solubility of evaporated [Текст] / B. Lasar, A. Starinsky, A. Katz et at. // Limnol. and Oceanogr. – 1983. – №5. – Р. 978–986.
15. Van Dijn, J. C. Water treatment without waste material – fundamentals and state of the art of pellet softening [Текст] / J. C. Van Dijn, D.A. Wilms // Aqua. – 1991. - №5. – Р. 263–280.
16. Кучерик, Г.В. Ионообменное выделение хлоридов и сульфатов из воды [Текст] / Г.В. Кучерик, Ю.А. Омельчук, Н.Д. Гомеля // Збірник наукових праць СНУЯЕтаП. – 2010. – Т. 3, № 35. – С. 129–136.

В даній роботі експериментальним шляхом було досліджено вміст оксидів в димових газах, що утворюються в процесі випалу заготовок. Для зменшення кількості СО була запропонована установка для конверсії моно оксиду вуглецю, яка дозволяє винести процес допалу за межі камер, після чого повернути газо-повітряний потік в наступну по ходу руху потоку камеру для продовження випалу

Ключові слова: газо-повітряний потік, моно оксид вуглецю, теплообмінник-утилізатор, конверсія, газоаналізатор, пересипка, склепіння, тепловий регламент печі

В данной работе экспериментальным путем было исследовано содержание оксидов в дымовых газах, образующихся в процессе обжига заготовок. Для уменьшения количества СО была предложена установка для конверсии моно оксида углерода, которая позволяет вынести процесс дожига за пределы камер, после чего вернуть газо-воздушный поток в следующую по ходу движения потока камеру для продолжения обжига

Ключевые слова: газо-воздушный поток, моно оксид углерода, теплообменник-утилизатор, конверсия, газоанализатор, пересыпки, свод, тепловой регламент печи

УДК 621.365.32

ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СО ЗА РАХУНОК УСТАНОВКИ КОНВЕРСІЇ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

А. Я. Карвацький

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: ixf@ntu-kpi.kiev.ua

І. Л. Шилович

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: shil@rst.kiev.ua

Л. В. Крутоус*

E-mail: lydka_krutous@mail.ru

С. В. Кутузов

Генеральний директор

ПАТ «Укрграфіт»

вул. Північне шосе, 20, м. Запоріжжя, Україна, 69600

E-mail: director@ukrgrafit.com.ua

*Кафедра хімічного, полімерного

та силікатного машинобудування

Київський національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 39, м. Київ, Україна, 03056

1. Вступ

В процесі випалу графітових заготовок утворюється значна кількість газоподібних компонентів,

серед яких найбільш екологічно шкідливі – моно оксид вуглецю (СО) і діоксид сірки (SO₂). Основне джерело їх утворення – матеріали теплоізоляційної шихти і пересипки, в складі яких містяться вуглецеві матеріали,

які володіють різноманітною реакційною здатністю по відношенню до кисню повітря і діоксиду вуглецю (CO₂), а, відповідно різною здатністю до утворення СО. Діоксид сірки утворюється внаслідок окиснення і термодеструктивних процесів, перебіг яких обумовлено природою теплоізоляційного і пересипочного матеріалу.

Перетворення процесу випалу графітових заготовок в екологічно чисту стадію електродного виробництва нерозривно пов'язано з визначенням економічно ефективних шляхів зниження викидів СО і SO₂. [1]

В даній роботі запропоновано використання установки локального допалу СО безпосередньо за камерою з максимальною кількістю вмісту СО.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

На підставі узагальнення експериментальних досліджень та літературних даних [2, 3] було встановлено, що найбільша кількість СО утворюється в камерах, які належать до температурного діапазону 450...600°C. Результати спостережень та узагальнень представлені на рис. 1.

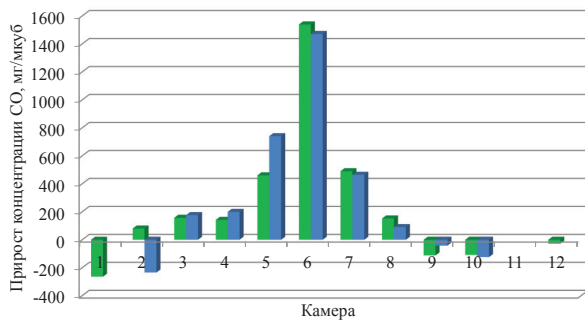


Рис. 1 Приріст концентрації СО по камерах в залежності від температури під зводом (піч № 10).

З рис.1 видно, що максимальні прирости концентрації СО припадають на камери 5 – 7. До того ж температури під склепінням цих камер сягають 400 – 500°C, як це видно з рис. 2.

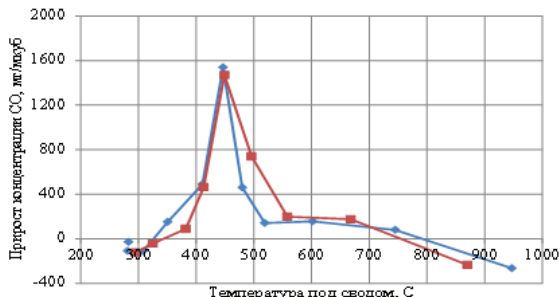


Рис. 2. Приріст концентрації СО в залежності від температури під зводом (піч № 10).

Таким чином, виникає технічна пропозиція нейтралізації СО безпосередньо у камерах (або одразу за ними) 5 – 7 (рис.1). Однією з переваг такого технічного рішення є досить високі температури газо-повітряної

суміші, що проходить через камери і сприятиме зменшенню кількості теплоти, яку треба витратити на догрівання суміші до температур займання. Для того щоб знизити концентрацію СО в заданому інтервалі температур, було запропоновано винести процес допалу за межі камер і справити нагрів газо-повітряного потоку поза межами технологічного процесу, після чого повернути теплоносії (газо-повітряний потік) в наступну по ходу руху потоку камеру для продовження випалу.

3. Мета дослідження

Метою цієї роботи є експериментальне дослідження вмісту СО в печі випалу та розробка методу, який дозволяє зменшити кількість СО, що утворюється в процесі випалу графітових заготовок, а також вибір теплообмінника-утилізатора для локального допалу СО. Цей метод не повинен впливати на тепловий регламент багатоканальної печі випалу [4, 5].

4. Метод розв'язання задачі

В камерах печі були проведені експериментальні вимірювання концентрації речовин в димових газах. Виміри проводилися за допомогою газоаналізатора Testo - 330.

Межі виміру концентрацій оксидів вуглецю (СО), діоксиду вуглецю (СО₂), коефіцієнта надлишку повітря (α), кисню O₂, а також оксидів азоту приладу Testo - 330 дозволили проводити вимірювання існуючих значень концентрацій зазначених речовин у димових газах.

5. Результати розрахунків

Результати експериментальних вимірювань наведені нижче (рис. 3) у вигляді графіків концентрацій газоподібних речовин в залежності від параметрів печі випалу. У відповідності з предметом досліджень в основному представлені результати вимірювань концентрації оксиду вуглецю СО.

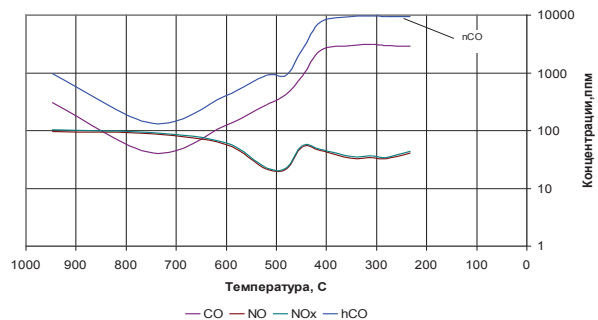


Рис. 3. Вміст оксидів (переважним чином моно оксиду вуглецю) в димових газах в залежності від температури в камері печі

Для допалу СО безпосередньо за камерою з найбільшим вмістом моно оксиду вуглецю є доцільною наступна схема рис. 4.

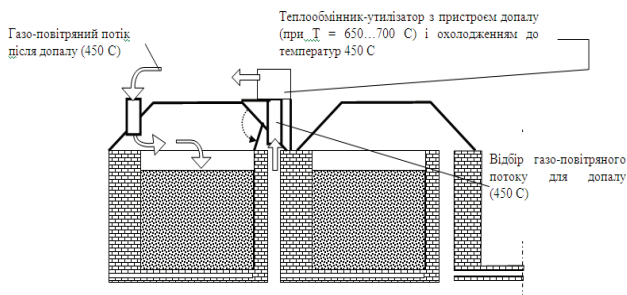


Рис. 4. Принципова схема локального допалу летючих і СО

Запропонована схема має перевагу перед установками допалу за піччю, тому що температура газоповітряного потоку, що відбирається для підігріву до температури займання СО становить 450°C (температура потоку відразу за камерою з максимальним викидом СО). При технічному рішенні підігріву газоповітряного потоку за піччю нагрів потребує підвищення температури потоку від ~ 200°C, що у свою чергу навіть при енергозберігаючій схемі нагрівання (регенеративному підігріву повітря на горіння) потребує великих витрат природного газу.

Нижче на рис. 5 наведена схема теплообмінника-утилізатора для локального допалу СО.

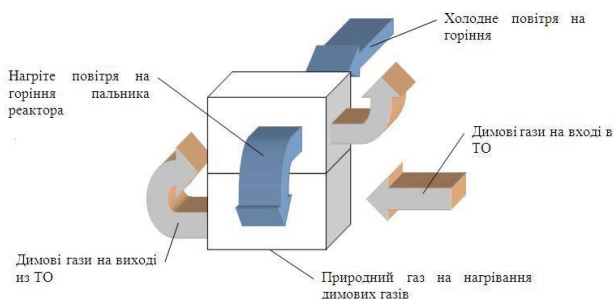


Рис. 5. Схема теплообмінника-утилізатора для локального допалу СО

Розглянуто два варіанти теплообмінника з температурою відбору газоповітряного потоку 450 і 500°C.

Третій варіант теплообмінника передбачає поділ газоповітряного потоку на два потоки, один з яких буде подаватися для горіння природного газу, призначеного для нагрівання до температури займання. Обґрунтуванням такого варіанту є те, що в газо-

повітряному потоці за експериментальними вимірами міститься до 17% повітря. Таким чином, економиться тепло, що витрачається на нагрівання повітря до температури горіння, зменшується кількість теплоти на нагрів власне основного газоповітряного потоку. Співвідношення розділених потоків становить 1:8.

Загальна оцінка, проведена для третього варіанту дає наступні параметри теплообмінника:

Теплова потужність (номінальна) 273 кВт;

Теплова потужність з урахуванням теплоти відокремленого газоповітряного потоку 180 кВт;

Витрата природного газу 18 м куб/год.

Конструктивні параметри теплообмінника.

Оцінка конструктивних параметрів теплообмінника виконувалася для діапазону розрахункових теплових потужностей 273 ... 517 кВт.

Для нормативних значень коефіцієнта теплопередачі теплообмінників типу «газ-газ» $k \approx 32 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ і розрахункового середнього температурного напору $T = 180 \text{ С}$ поверхню теплообміну складе від 47 до 89 м². Зазначена поверхня може бути забезпечена трубами Ø 45x2, 5 із сталі 20 для даного діапазону температур. При гладкій поверхні труб (довжиною 1 м) кількість труб для розрахункових потужностей теплообмінника складе 335 і 650 відповідно. При кроці труб рівному їх діаметру теплообмінник конструктивно являє собою прямокутник 15x22 і 15x42 труб. Геометричні розміри його складають, відповідно, 1,35 м x 2 м і 1,35 м x 4,2 м.

Перевитрата природного газу для реалізації цього рішення розрахований виходячи з того, що допалювання здійснюється на 1-му темпі графіка (тобто 56 годин). Тому від загальної витрати природного газу (на весь графік випалу) складе для розрахункових потужностей теплообмінника 273 і 517 кВт, відповідно, 10% і 18%. В абсолютному вираженні це складе від 1000 до 1900 м³ природного газу.

6. Висновки

1. Експериментальним шляхом встановлено, що в ряді камер печі випалу існує камера, в якій спостерігається максимальний приріст концентрації СО.
2. Запропоновано технічне рішення по зниженню вмісту СО при випалі у вигляді установки локального «допалу» СО.

Література

1. Аленькин, Д.Я. Пути повышения экологических характеристик процесса графитации: сб. науч. тр.: технологические процессы и оборудование электродного производства [Текст] / Д.Я. Аленькин, М.Г. Распопов, Т.Б. Власова // НИИграфит, ГОСНИИЭП. – М., 1989. – 77-81с.
2. Санников, А.К. Производство электродной продукции: учеб. пособие [Текст] / А.К. Санников, А.Б. Сомов, В.В. Ключников – М.: Металлургия, 1985. – 129 с.
3. Фиалков, А.С. Углеродистые материалы [Текст] / А.С. Фиалков. – М.: Энергия, 1979. – 320с.
4. Power saving at production of electrode products [Текст] / Ye.N. Panov, S.V. Kutuzov, A.Ya. Karvatsky [et al.] // XVII Intern. Conf. «Aluminium of Siberia», V Conf. «Metallurgy of Non-Ferrous and Rare Metals», VII Symp. «Gold of Siberia», (Krasnoyarsk, Russia, Sept. 7–9, 2011) : Proceed. of the Intern. Congress, Krasnoyarsk : «Verso», 2011. - P. 412–423.

5. Малахов, С. А. Совершенствование технологии обжига углеграфитовой продукции в многокамерных печах обжига закрытого типа: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук : спец. 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов» [Текст] / С. А. Малахов. - Владикавказ, 2004. - 30 с.
6. Poinso, T. Theoretical and numerical combustion [Текст] / Thierry Poinso, Denis Veynante. - 2nd ed. - Philadelphia : Edwards, 2005. - 522 p.
7. A New k-ε Eddy-Viscosity Model for High Reynolds Number Turbulent Flows - Model Development and Validation [Текст] / T.-H. Shih, W. W. Liou, A. Shabir, Z. Yang, J. Zhu // Computers Fluids. - 1995. - Vol. 24, No. 3. - P. 227-238.
8. Henkes, R. A. W. M. Natural Convection Flow in a Square Cavity Calculated with Low-Reynolds-Number Turbulence Models [Текст] / R. A. W. M. Henkes, F. F. van der Flugt, C. J. Hoogendoorn // Int. J. Heat Mass Transfer. - 1991. - Vol. 34 - P. 1543-1557.
9. Magnussen, B. F. On mathematical models of turbulent combustion with special emphasis on soot formation and combustion [Текст] / B. F. Magnussen, B. H. Hjertager // In 16th Symp. (Int'l.) on Combustion. The Combustion Institute. - Pittsburgh, 1976 - P. 719-727.
10. Spalding, D. B. Mixing and chemical reaction in steady confined turbulent flames [Текст] / D. B. Spalding // In 13th Symp. (Int'l.) on Combustion. The Combustion Institute. - Pittsburgh, 1971 - P. 649-657.

Проведено дослідження механізмів масопереносу при розділенні багатокомпонентних рідких органічних сумішей на первапораційних гомогенних полімерних мембранах, що відрізняються морфологією макромолекулярної решітки. Показано взаємозв'язок між механізмами переносу різних молекул, які складають окремі речовини і є компонентами суміші, із структурою мембрани, а також режимами ведення технологічних процесів первапораційного розділення

Ключові слова: первапорація, полімерна мембрана, механізм масопереносу, компонента органічної суміші, фракція

Проведены исследования механизмов массопереноса при разделении многокомпонентных жидких органических смесей на первапорационных гомогенных полимерных мембранах, отличающихся друг о друга морфологией макромолекулярной решетки. Показана взаимосвязь между механизмами переноса разных молекул, составляющих отдельные вещества и являющихся компонентами смеси, с структурой мембраны, а также режимами ведения технологических процессов первапорационного разделения

Ключевые слова: первапорация, полимерная мембрана, механизм массопереноса, компонент органической смеси, фракция

УДК 628.316.12

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА В ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАНАХ. ЧАСТЬ 2

И. А. Буртная

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра биотехники и инженерии
факультета биотехнологии и
биотехники
Национальный технический
университет Украины «Киевский
политехнический институт»
пр. Победы, 37, г. Киев, Украина,
03056

1. Введение

Необходимость качественного улучшения товарных продуктов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности с одновременными жесткими требованиями по защите окружающей среды является, на сегодняшний день, абсолютно базальтернативной.

Решать эти требования с применением традиционных конвекционных технологий становится прогрессивно усложняющейся задачей. Перспективным направлением разрешения проблемы является использование мембранных технологий. Огромное количество промышленных патентов в этой области за последние десятилетия свидетельствуют о востребованности мембранных технологий. Многими крупными компаниями созданы опытно промышленные

мембранные установки по разделению и переработке жидких и газообразных органических смесей. Однако, применение мембранных установок в нефтеперерабатывающей промышленности из-за некоторых специфических, не решенных до конца проблем, связанных с взаимодействием исходного вещества с материалом мембраны, являются редкими.

Целью данной работы является исследование процессов массопереноса в теле полимерной мембраны при разделении многокомпонентной жидкой органической смеси.

2. Эксперимент

Эксперименты проводились на мембранной установке (рис. 1). В качестве мембран применялись по-