**Кутузов Сергій Володимирович. Підвищення ефективності роботи печей графітаціі електродних виробів : Дис... канд. наук: 05.05.13 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Кутузов С.В. Підвищення ефективності роботи печей графітаціі електродних виробів.** – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.13 – Машини та апарати хімічних виробництв. – Національний технічний університет України «КПІ», Міністерство освіти і науки України, Київ, 2007.  Дисертація присвячена комплексному дослідженню температурно- теплових режимів; отриманню часових температурних залежностей керна, що дозволяють керувати процесом графітації і визначати необхідний термін підведення потужності; розробці енергозберігаючих регламентів процесу в печах графітації постійного струму, в яких реалізується технологія Ачесона.  Розроблено методику високотемпературних досліджень печей графітації, отримано масив експериментальних даних, який використовувався як граничні умови, так і дані для верифікації чисельної моделі теплового стану печі, при чисельному моделюванні температурних полів.  Розроблено чисельну модель нестаціонарного процесу теплообміну. Для оперативної діагностики температурного стану керна в промислових умовах запропоновані безрозмірні рівняння, які дозволяють визначати середні температури заготовок в процесі графітації.  Виконано оцінку енергетичної ефективності процесу графітації за величиною частки акумульованої заготовками теплоти та відносних втрат підведеної до печі електроенергії, розроблено інтенсифікований графік підводу потужності.  Запропоновано встановлення дерев’яних щитів між керном і теплоізоляцією, що призводить до зменшення теплових втрат від керна та тривалості кампаній приблизно на 6 год.  Розроблено конструкцію газозбірного утепленого зонта печі графітації. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі запропоновано новий підхід до вирішення науково-технічної проблеми, яка пов’язана з покращенням технологічних, режимних і енергетичних показників роботи печей графітації постійного струму – отримання на основі експериментальних і розрахункових даних температурних залежностей керна печі графітації, які дозволять управляти процесом і визначати необхідний термін підведення потужності, а їх використання дозволить зменшити витрати енергії і застосовуваних пересипно-ізоляційних матеріалів, що призведе до зменшення собівартості одиниці продукції.  За результатами проведеної роботи можна зробити наступні висновки:   1. Встановлено ряд факторів, які впливають на показники процесу графітації. З метою вдосконалення діючого регламенту запропоновано управління процесом графітації за поточними температурами в керні, які визначаються методом чисельного моделювання, для верифікації результатів якого використані експериментальні виміри температур на діючих печах. 2. Розроблено методику і виконані експериментальні дослідження температурно-теплового режиму для 5-и кампаній графітації електродів великого перерізу (діаметри 555 і 610 мм). Для збору і запису інформації з датчиків температури використовувався високоточний вимірювальний комплекс розробки НДЦ «Ресурсозберігаючі технології» НТУУ «КПІ». В результаті експериментальних вимірів був отриманий масив температур, який використовувався як граничні умови при чисельному моделюванні температурних полів; встановлено основні закономірності зміни температури при здійсненні технологічного процесу графітації і їх зв’язок з графіком підведення потужності. 3. Отримано чисельну модель нестаціонарного процесу нагріву заготовок в печах графітації, розроблено методику чисельного розв’язання температурних полів, яка базується на ПМГЕ. Результатами чисельного моделювання є температурні поля 5-и кампаній графітації, отримані для відповідних моментів часу, а також залежності температури керна від часу. 4. Розроблено методику визначення безрозмірних температур керна печі графітації і отримано узагальнюючу залежність безрозмірної температури від безрозмірного часу (числа Фур’є). В результаті обробки даних отримані два рівняння для розрахунків безрозмірної температури: при Fо 0,205 = - 0,0024 + 0,0847Fо, і при Fо >0,205 - = 0,0097 + 0,0255Fо. Встановлено, що при числі Fо 0,205 настає автомодельний режим, що характеризується незначним зростанням безрозмірної температури при збільшенні числа Фур’є. Виходячи з фізичних уявлень про процес графітації визначена температура початку графітації заготовок, яка складає біля 2100оС. Запропоновано та запроваджено методику оперативного визначення температури в керні при графітації заготовок у П-подібних печах графітації постійного струму, яка потребує тільки вимірів підведеної потужності в часі і визначення теплофізичних властивостей матеріалу заготовок при відповідних температурах. 5. Виконано оцінку енергетичної ефективності процесу графітації за величиною частки акумульованої заготовками теплоти (*q*ак) і встановлені 3 характерні області її зміни: на 1-у етапі підводу потужності відбувається зменшення *q*ак, на 2-у – підвищення до максимального значення 0,32...0,47 (при або ), і на 3-у – зниження до кінця кампанії. Встановлено, що інтенсифікований графік підведення електричної потужності сприяє підвищенню величини *q*ак на 25 – 30 %, а використання дерев’яних щитів – на 10 – 15 % порівняно з рядовими кампаніями. 6. Для оцінки резервів для впровадження енергозбереження визначено величини основних втрат підведеної теплоти при графітації електродів в П-подібних печах постійного струму, найбільш суттєвими з яких є витрати теплоти на нагрів постелі, пересипки і теплоізоляційної шихти (32,71%); втрати теплоти з газами, що відходять, і через верх печі (28,54%); витрати теплоти на нагрів конструкційних матеріалів печі (27,59%). 7. Експериментальним шляхом встановлено, що використання дерев’яних щитів між керном і теплоізоляцією сприяє підвищенню температури керна порівняно з рядовими кампаніями, що призводить до зменшення тривалості кампанії графітації на 6 год. 8. Запропоновано та запроваджено конструкцію газозбірного утепленого зонта дозволила: зменшити теплові втрати через верх печі на 10%, зменшити об’єм теплоізоляційної засипки, що дозволило збільшити завантаження печі на 1 додатковий ряд заготовок. В результаті використання «ущільнених» схем завантаження річний об’єм товарної продукції в цеху графітації ВАТ «Укрграфіт» збільшився на 7,4 %, а питома витрата пересипних матеріалів – знизилася на 8,6 %. Економічний ефект на підприємстві від впровадження цього ресурсо- та енергозберігаючого заходу склав 2370,5 тис. грн/рік. | |