

СТВОРЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРЕСИВНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

УДК 621.181.7

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ ОБМАЗКИ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОДІВ З РУТИЛОВИМ ПОКРИТТЯМ

Боднар Лілія Анатоліївна к.т.н., доцент

Співак Олександр Юрійович к.т.н., доцент

Вінницький національний технічний університет

Музичук Василь Іванович к.т.н., доцент

Вінницький національний аграрний університет

Bodnar L.

Spivak O.

Vinnytsia National Technical University

Muzychuk V.

Vinnytsia National Agrarian University

Анотація: у статті подано результати експериментальних досліджень процесу сушіння рутилових обмазок зварювальних електродів. Виконано дві серії дослідів для різних параметрів тепловологісного режиму процесу сушіння. Досліджено вплив температури вхідного повітря на якість готових виробів. Показано, що у випадку подачі в піч нагрітого за рахунок утилізованої теплоти повітря прискорюється процес сушіння електродів, що дозволяє якісніше провести термообробку. При цьому спостерігається зменшення кількості браку (електродів з тріщинами на поверхні обмазки), а також більш рівномірне просушування обмазки електродів.

Ключові слова: сушіння, обмазка, електроди, крива сушіння, утилізація теплоти.

Вступ. Постановка задачі

Необхідність інтенсифікації, автоматизації і оптимізації технологічних процесів вимагає розвитку методів надійного, фізично обґрунтованого моделювання, що особливо суттєво для енергоємних процесів теплового сушіння вологих матеріалів. Однак реальні практичні задачі рідко можна точно змоделювати без значного спрощення математичної моделі. Методики розробки технологічних режимів сушіння для різних умов їх реалізації тільки тоді мають найбільшу вірогідність, коли вони базуються на узагальнених теоретичних і експериментальних даних.

Електроди з рутиловим покриттям призначені для зварювання конструкцій із маловуглецевих низьколегованих сталей в будівництві і машинобудуванні. Кінцевий вологовміст таких електродів згідно стандарту складає $u_k = 0,1..0,3 \%$.

Покриття рутилових електродів більше ніж на 50 % складається із природного рутилового концентрату. При використанні такого виду електродів утворюється зварювальний шов, який за хімічним складом повністю або наполовину відповідає матеріалу зварювальних деталей. Рутилові електроди, завдяки своїм технічним властивостям,

утворюють шов, більш стійкий до виникнення тріщин в порівнянні з електродами з кислим покриттям. Хімічний склад рутилових електродів включає мінерал рутил, карбонати і алюмосилікати [1].

Покриття зварювальних електродів відноситься до капілярно-пористих матеріалів. Теоретичний аналіз процесів транспортування вологи і теплоти всередині капілярно-пористих матеріалів для реальних процесів сушіння вологих матеріалів ускладнений [2,3]. Експериментальних досліджень кінетики сушіння обмазки зварювальних електродів з рутиловим покриттям в літературі обмаль [4]. Тому дослідження кінетики сушіння обмазки зварювальних електродів з рутиловим покриттям є **актуальними**.

Метою даної роботи є експериментальні дослідження кінетики сушіння обмазки зварювальних електродів з рутиловим покриттям для підвищення якості термовологісної обробки.

Основна частина

Експериментальні дослідження проведені в реальних виробничих умовах на одному з заводів-виробників зварювальних електродів. Особливості роботи печі наведені в роботі [5].

Обробка зварювальних електродів полягає в сушінні і пропіканні. Перший етап (сушіння) триває $\tau_1 = 0 \dots 40$ хв., температура сушильного агента (повітря) $t_{\text{пов1}} = 25 \dots 120$ °С, а другий (пропікання) $\tau_2 = 40$ хв., $t_{\text{пов2}} = 120 \dots 150$ °С.

Процес термообробки відбувається в камерній електронагрівальній печі (рис.1) потужністю 150 кВт. Розрахункова маса завантажуваних електродів – 750 кг. Технологічний процес передбачає також пров'ялювання електродів, тобто перед подачею в піч вони проходять через термотунель, внаслідок чого зменшується початкова вологість (від $u_n = 7,7 - 9,3$ % після опресовки до 7,25 % після термотунелю).

Протягом експерименту вимірювались: температура теплоносія в печі, відносна вологість теплоносія в печі, температура відпрацьованого теплоносія, температура точки роси, споживана потужність печі, вологість обмазки електродів. Вимірювання проводились приладами лабораторії підприємства-виробника електродів.



Рис. 1. Камерна електронагрівальна піч для термообробки зварювальних електродів

Авторами виконано дві серії експериментів. Базовий експеримент – типовий процес термообробки для даного типу печі (рис.2). Крім того, проведено дослідження роботи печі з

утилізацією теплоти відпрацьованого теплоносія (рис.3). Теплоносій, що виходить з печі протягом процесів термообробки, має температуру 100...150 °С. Це низькопотенційна теплота. Утилізація теплоти відпрацьованого теплоносія можлива шляхом нагрівання повітря, що надходить в піч з цеху. За піччю встановили пластинчастий рекуператор і виконали обв'язку трубопроводів таким чином, що цехове повітря нагрівалось в рекуператорі з 20 до 50...55 °С і подавалось в нижню частину робочої камери. На рис. 2 наведено експериментальні результати деяких показників роботи печі.

Зміна вологовмісту обмазки електродів в процесі сушіння є кінетикою цього процесу. На кривій сушіння можна виділити період прогріву (перших 20 хв. експерименту), період постійної швидкості сушіння (з 20 хв. по 60 хв.), період падаючої швидкості (з 60 хв.).

На протязі періоду прогріву вологовміст матеріалу змінюється незначно. Далі із збільшенням температури в печі від 120 до 146 °С (період від 20 до 60 хв. тривалості роботи печі) спостерігається різке зменшення вологовмісту обмазки від 5,9 до 0,34 %. Період пропікання триває останні 20 хв. за температури в печі 142...146 °С. Після пропікання електроди мають нормований вологовміст 0,15 %. Затрати електроенергії на процес складають 75 кВт·год.

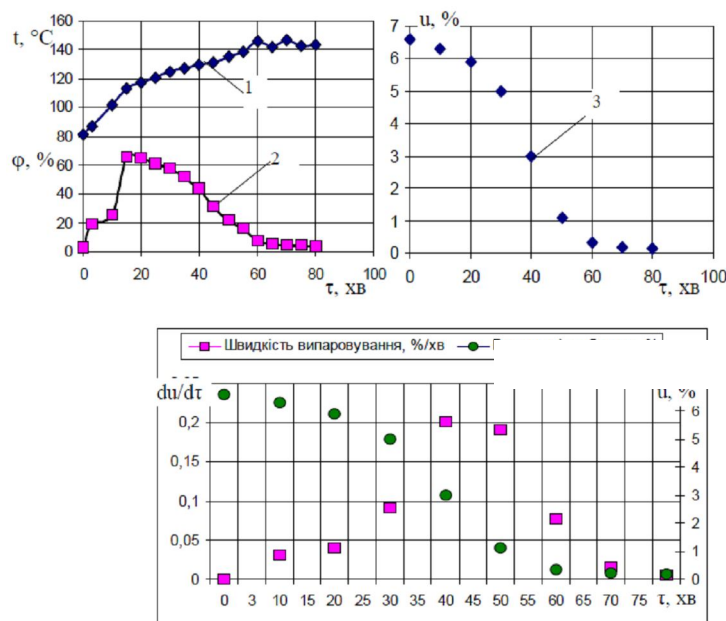


Рис. 2. Базовий експеримент 1 – температура в печі, °С; 2 – вологість повітря в печі, %; 3 – вологовміст обмазки електродів, %

На рис. 3 наведено зміну швидкості випаровування та вологовмісту обмазки протягом експерименту.

Вологість повітря в печі різко зростає до 66 % і по мірі висушування електродів і збільшення швидкості циркуляції повітря в печі знижується до 3,6 %. При цьому спрацьовує автоматика і електронагрівники в печі вимикаються.

Швидкість сушіння в періоді постійної швидкості $du/d\tau = N$ є максимальною, внаслідок того, що видаляється вільна волога, менш міцно пов'язана зі скелетом тіла.

В літературі [2] криві сушіння часто наводять для умов, коли параметри сушильного агента сталі. Але на практиці, внаслідок взаємодії потоку сушильного агента з вологим матеріалом, ця умова не виконується. Відхилення кривої швидкості сушіння у другому

періоді від лінійної залежності починається з моменту, відколи на поверхні вологого матеріалу досягається рівноважний вологовміст, після чого починається поглиблення фронту випаровування вологи в матеріал.

Результати роботи печі із утилізацією теплоти наведені на рис. 4.

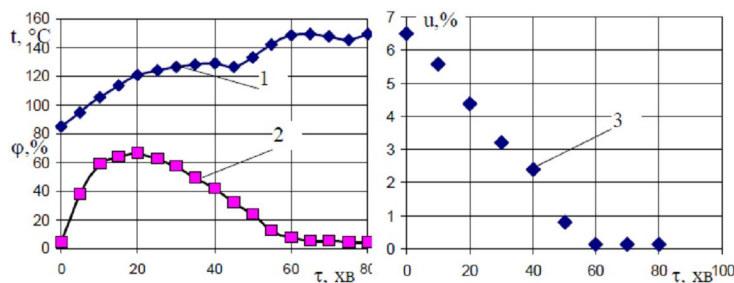


Рис. 4. Показники роботи печі для експерименту з утилізацією теплоти
1 – температура в печі, °C; 2 – вологість повітря в печі, %;
3 – вологовміст обмазки електродів, %

Слід зазначити, що маса завантажених в піч електродів для експерименту з утилізацією була на 20 % більша, ніж для базового експерименту. Тому порівняння отриманих даних дещо ускладнене. Але подача в піч підігрітого повітря дозволяє підвищити якість обробки електродів. Спостерігається зменшення кількості електродів з тріщинами на поверхні, а також більш рівномірне просушування обмазки електродів. Варто зауважити, що утилізацію теплоти відпрацьованого повітря, ефективніше застосовувати в печах для термообробки електродів з температурою повітря на виході 350...370 °C.

Кількість утилізованої теплоти протягом експерименту змінюється (рис.5), оскільки температура повітря на виході з печі протягом 80 хв. знаходиться в межах від 84 °C до 150 °C. Витрата гарячого повітря через рекуператор 250 м³/год.

Подача нагрітого повітря в піч дозволяє швидше просушити електроди і подовжити процес прожарювання без додаткової затрати часу. Порівняння даних по вологовмісту обмазки електродів для базового експерименту і експерименту з утилізацією теплоти показує, що в другому випадку вологовміст обмазки електродів зменшується значно швидше, ніж для базового експерименту.

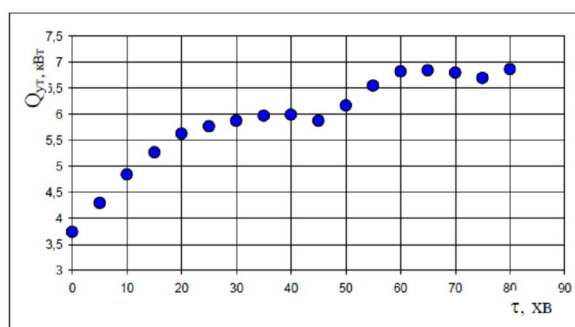


Рис. 5. Зміна кількості утилізованої теплоти протягом експерименту

Висновки

Робота присвячена експериментальним дослідженням процесів термообробки обмазки зварювальних електродів з рутіловим покриттям. Виконано дві серії експериментів для визначення закономірностей сушіння обмазки в печі в двох випадках: без утилізації теплоти

та з її утилізацією. Побудовано криві сушіння для реальних умов роботи печі і виділено характерні періоди процесу сушіння капілярно-пористих тіл. Кількість утилізованої теплоти протягом експерименту змінюється і знаходиться в межах 3,6...6,8 кВт.

Показано, що у випадку подачі нагрітого повітря в піч за рахунок утилізованої теплоти прискорюється процес сушіння електродів, що дозволяє якісніше провести термообробку. При цьому спостерігається зменшення кількості браку (електродів з тріщинами на поверхні обмазки), а також більш рівномірне просушування обмазки електродів.

Список літератури

1. <http://elektrody.kovka-svarka.ru/rutilovye/>.
2. Фролов В. Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов / В. Ф. Фролов. – Л.: Химия, 1987. – 208 с.
3. Потапов Н. Н. Сварочные материалы для дуговой сварки / Н. Н. Потапов. – М.: Машиностроение, 1993. – 256 с.
4. Співак О. Ю. Експериментальні дослідження кінетики сушіння обмазки зварювальних електродів / О. Ю. Співак, Л. А. Боднар, К. О. Іщенко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2013. – №2.
5. Співак О. Ю. Експериментальні дослідження енергоефективності роботи печі для термообробки обмазки зварювальних електродів / О. Ю. Співак, Л. А. Боднар, Р. В. Сливко // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2013. – № 4.

References

1. <http://elektrody.kovka-svarka.ru/rutilovye/>.
2. Frolov V. F. Modelirovanie sushki dispersnih materialov / V. F. Frolov. – L.: Himia, 1987. – 208 s.
3. Potapov N. N. Svarochnye materialy dla dygovoï svarki / N. N. Potapov. – M.: Mashinostroenie, 1993. – 256 s.
4. Spivak O. Y. Eksperimentalny doslidennyya kinetyky sushinnya obmazki zvaruvalnih elektrodov / O. Y. Spivak, L. A. Bodnar, K. O. Ischenko // Suchasni tehnologii, materialy i konstrukcii v budivnitstvi. – 2013. – №2. – S.
5. Spivak O. Y. Eksperimentalny doslidennyya energoefektivnosti roboty pechi dla termoobrobki obmazki zvaruvalnih elektrodov / O. Y. Spivak, L. A. Bodnar, R. V. Slivko // Naukovi pratsi Vinnitskogo natsionalnogo tehnicnogo universitetu. – 2013. – № 4. – S.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ СУШКИ ОБМАЗКИ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ С РУТИЛОВЫМ ПОКРЫТИЕМ

Аннотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований процесса сушки рутиловых обмазок сварочных электродов. Выполнено две серии опытов для различных параметров тепловлажностного режима процесса сушки. Исследовано влияние температуры входящего воздуха на качество готовых изделий. Показано, что подача в печь нагретого за счет утилизированной теплоты воздуха ускоряет процесс сушки электродов, позволяет более качественно провести термообработку. При этом наблюдается уменьшение количества брака (электродов с трещинами на поверхности обмазки), а также более равномерное высушивание обмазки электродов.

Ключевые слова: сушка, обмазка, электроды, кривая сушки, утилизация теплоты.

EXPERIMENTAL STUDIES ON THE KINETICS DRYING OF WELDING RUTILE ELECTRODES DAUBING

Summari: we represent the experimental results of the investigation of drying process of electrodes rutile daubing. We worked out two sets of experiments for different parameters of re-heat and humidity regime of the drying process. Influence of incoming air temperature on the quality of the final product was investigated. It is shown, that if air heated by utilized heat is supplied into the oven, than the electrodes drying process is accelerated, which permits better thermal handling. At the same time the quantity of faults (electrodes with cracks on the daubing surface) diminishes and the electrodes daubing dries more evenly.

Keywords: drying, daubing, electrodes, curve drying, waste heat.