

ANALYSIS OF GRAIN'S DRYING IN ATMOSPHERIC DRYER

E. Shelimanova, B. Marchuk

Annotation. The drying process of wheats' layer and sunflower seeds in a dryer of atmospheric type is calculated. The paper provides the expediency of such drying technology in climate of Ukraine.

Keywords: *atmospheric dryer, drying time, equilibrium moisture content*

УДК 620.193.4:669.35

ВПЛИВ ХІМІЧНО АКТИВНИХ КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПЕРЕХІДНИЙ ОПІР ТА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ

В.В. Коробський, кандидат технічних наук

e-mail: kor-vlad-2002@mail.ru

Анотація. Оцінено перехідний опір та корозійну стійкість електроконтактних матеріалів в хімічно активних середовищах за зміною маси і контактного опору. Встановлено, що газове середовище суттєво впливає на властивості робочих поверхонь контактів через утворення на їх поверхні продуктів первинних і вторинних хімічних реакцій. Показано високу корозійну стійкість розроблених контактних матеріалів у газових середовищах.

Ключові слова: *перехідний контактний опір, корозійна стійкість, сплав, домішки, контактний матеріал, корозивне газове середовище*

Мета досліджень – визначення можливості використання розроблених контактних матеріалів на основі міді в низьковольтній апаратурі замість більш вартісних срібних при їх експлуатації в хімічно активних середовищах.

Матеріали та методика досліджень. Вивчалась корозійна стійкість на зразках матеріалів з міді та її сплавів. Для сплавів домішки можна розділити на три групи: метали з необмеженою розчинністю в міді (Ni); метали з обмеженою розчинністю (Nb, Ti, Cr, Zr); метали, які не взаємодіють з міддю (Mo) [1]. Домішки складали 1;5 і 10 ваг. % (табл. 1).

1. Розчинність деяких d – металів в міді, ваг. %.

Температура, °C	Cu – Nb	Cu – Ti	Cu – Cr	Cu – Zr
1050	–	–	0,6÷0,48	–
1000	0,45÷0,6	3,0	–	–
950	–	–	–	1,0÷0,12
840	–	–	0,14...÷0,1	–
800	0,3	5,6÷3,9	–	0,046÷0,06
400	–	–	0,03	–
300	–	1,5÷0,13	–	0,03
20	0,2	–	–	0,022

Перехідний контактний опір і корозійна тривкість матеріалів оцінюється згідно шкали корозійної тривкості (п'ятибальна система) на основі петрографічного аналізу взаємодії продуктів на поверхні (табл. 2).

Результати досліджень. Як показали досліди, корозивне газове середовище суттєво впливає на властивості електроконтактних матеріалів. Внаслідок різних хімічних процесів, а також формування твердих шарів різної природи і товщини, значно змінюється перехідний контактний опір зразків.

Встановлено, що найбільше впливає корозивне середовище на контакти, які працюють в суміші сірководню з аміаком, особливо при наявності вологи.

Найбільшу стійкість мають контакти, випробувані в NH_3 , CO_2 (табл. 2). В цьому випадку поверхня контактів покрита матеріалом чорного кольору, який є оксидом міді CuO . Досить наглядно це можна побачити на рисунку, де представлено фотографії зразків контактних матеріалів після витримки в різних газових середовищах.

В середовищі аміаку при доступі повітря на поверхні міді та її сплавів виникає комплексний гідроксид $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, який розчиняється у воді. Внаслідок цього контактний опір зразків змінюється мало ($R_k \leq 50$ мОм). Петрографічним аналізом продуктів взаємодії на поверхні зразків виявлено скупчення дрібних анізотропних зерен гідроксиду блакитно-зеленуватого кольору з показником переломлення $n=1,70$. Ці зерна оточені більш блідими анізотропними шарами з'єднань, які характеризуються коефіцієнтами переломлення 1,5-1,6. Напевно, поряд із основним продуктом взаємодії $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ при невеликих концентраціях аміаку тут утворюються також комплексні гідроксиди, які мають координаційне число відмінне від чотирьох. Так, в досліджуваних розчинах існує рівновага між катіонами, які відповідають різним значенням координаційного числа [3].

Як в середовищі аміаку, так і в інших дослідних газових середовищах, оксиди металів-домішок ZrO_2 , Nb_2O_5 , MoO_3 , NiO , Cr_2O_3 і TiO_2 , які виникають в невеликих кількостях (<5 ваг.%) на зразках у вологому повітрі, петрографічно не визначаються.

2. Вплив корозивного середовища на перехідний контактний опір та корозійну тривкість контактних матеріалів на основі міді

Сплави	NH ₃		CO ₂		H ₂ S		H ₂ S+NH ₃	
	кон- такт- ний опір	коро- зійна стій- кість	кон- такт- ний опір	коро- зійна стій- кість	кон- такт- ний опір	коро- зійна стій- кість	кон- такт- ний опір	коро- зійна стій- кість
1. Cu 99,99%	5	4	5	5	5	3	5	2
2. Cu+1% Zr	5	2	5	5	4	2	4	2
3. Cu+5% Zr	5	1	5	3	3	1	3	1
4. Cu+10% Zr	4	1	5	1	3	1	2	1
5. Cu+1% Nb	5	4	5	5	3	3	3	2
6. Cu+5% Nb	5	1	5	5	4	2	3	2
7. Cu+10% Nb	5	1	5	3	3	1	3	2
8. Cu+1% Mo	5	4	5	5	3	4	2	2
9. Cu+5% Mo	5	4	5	5	2	3	2	2
10. Cu+10% Mo	5	2	5	5	2	1	2	2
11. Cu+1% Ni	5	4	5	5	4	3	4	2
12. Cu+5% Ni	5	4	5	4	5	3	3	2
13. Cu+10% Ni	5	4	5	5	5	2	3	2
14. Cu+1% Cr	5	4	5	4	5	3	3	2
15. Cu+5% Cr	5	4	5	4	4	3	1	2
16. Cu+10% Cr	5	4	5	3	3	3	1	2
17. Cu+1% Ti	5	4	5	4	4	3	3	2
18. Cu+5% Ti	5	4	5	4	4	2	3	2
19. Cu+10% Ti	4	4	5	4	4	2	2	2
20. Cu+10%Nb+1%С	5	3	5	4	4	2	4	2
21. Cu+10%Mo+1%С	5	3	5	4	5	2	4	1
22. Cu+10%Cr+1%С	5	4	4	4	4	3	4	2
23. 83%Cu+12%Mo+ 1,7%С+2,4%MoO ₃ + +0,9%Ni	5	4	5	5	5	4	5	3
24. 83,5%Cu+15%Nb+ 1,0%Zr+0,5%Y ₂ O ₃	5	4	5	5	5	3	4	3
25. 81,3%Cu+10%Cr+ 3%Nb+3%TiB ₂ + +2%С+0,7%Zr	5	5	5	5	5	4	5	3

Примітки: 1. Перехідний контактний опір: 5 – $R_k \leq 50$ мОм; 4 – $R_k \leq 100$ мОм; 3 – $R_k \leq 200$ мОм; 2 – $R_k \leq 300$ мОм; 1 – $R_k > 300$ мОм. 2. Корозійні втрати: 5 – $\Delta m/s \leq 1$ г/м²; 4 – $\Delta m/s \leq 3$ г/м²; 3 – $\Delta m/s \leq 5$ г/м²; 2 – $\Delta m/s \leq 10$ г/м²; 1 – $\Delta m/s > 10$ г/м².

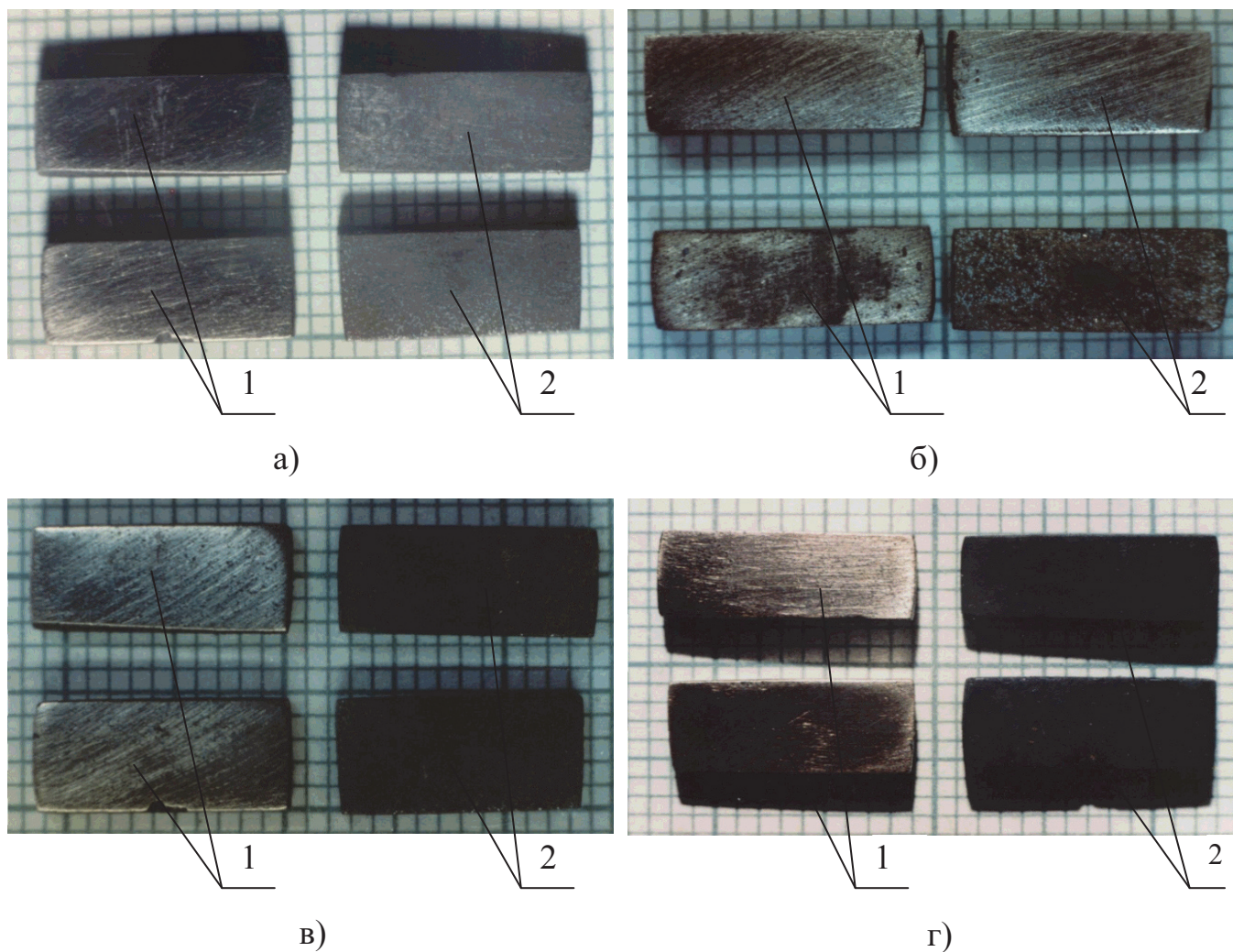


Рисунок. Зразки контактної матеріалу до (1) і після 21 дня витримки (2) в корозивному середовищі, яке містить:
а) – CO_2 ; б) – NH_3 ; в) – H_2S ; г) – $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3$;
(верхні – $81,3\%\text{Cu} + 10\%\text{Cr} + 2\%\text{TiB}_2 + 3\%\text{Nb} + 2\%\text{C} + 0,7\%\text{Zr}$, нижні – Cu)

В той час підвищення перехідного опору і зниження корозійної стійкості контактних матеріалів, які містять крім міді порівняно велику (5-10 ваг.%) кількість Zr , Nb , Mo і інших перехідних металів, пояснюється утворенням в процесі взаємодії оксидів ZrO_2 , Nb_2O_5 , MoO_3 з великим співвідношенням Пілінга-Бедворса (відношення питомих об'ємів оксиду і металу). Це сприяє розтріскуванню окалини і збільшує можливість проникнення аміаку до основи зразків з подальшим утворенням основного продукту взаємодії – гідроксиду тетраамінміді.

Задовільні антикорозійні властивості проявляють майже всі вивчені матеріали і в середовищі діоксиду вуглецю (CO_2). Потрібно відзначити, що продуктів хімічної реакції тут менше, ніж в середовищі аміаку. Як відомо, в сухому повітрі мідь майже не змінюється, оскільки, на її поверхні формується дуже тонка плівка оксидів Cu_2O і CuO більш темного кольору, яка є добрим захистом від подальшого окислення. Але в наших дослідах, в присутності

діоксиду вуглецю і вологи, поверхня міді та матеріалів на основі міді вкривається зеленуватим налітом гідроксокарбоната міді $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$.

Останній ідентифікується в мікроскопі за значеннями відповідних кристалооптичних констант. У випадку чистої міді в поверхневому шарі зразків петрографічно знаходяться рівномірно розподілені частинки міді, а вказана сіль спостерігається в дуже малих кількостях. В сплавах міді особливо з Zr (10 ваг. %) її набагато більше. При цьому навколо дрібних зерен міді скупчуються коричнево-зеленуваті ізотропні зерна $(\text{CuOH})_2\text{CO}$ такого ж розміру (1-2 мкм) з показником переломлення $n=1,8$. Оскільки основні солі міді розчинні у воді, тверді шари на зразках КМ не утворюються і контактний опір матеріалів у середовищі CO_2 , як правило, $R_k \leq 50$ мОм.

Корозійна стійкість контактних матеріалів на основі міді значно погіршується в сірководні. При цьому встановлений механізм взаємодії в усіх дослідних випадках не відповідає процесу сульфیدоутворення. CuS і інші сульфіди металів при відносній вологості середовища 95-98 % кристалооптично не визначаються. Так, продукти взаємодії з H_2S , розташовані шарами на поверхні зразка Cu 99,99 %, складаються з невеликої кількості оксиду міді Cu_2O червонуватого кольору (перший внутрішній шар) і червонувато-коричневих зерен оксисульфату міді $\text{Cu}_2(\text{SO}_4)\text{O}$ з високим двохпереломленням (інший шар). У зовнішніх шарах продуктів взаємодії петрографічно фіксується гідроксосульфат міді $\text{Cu}_3(\text{OH})_4\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ у вигляді блідувато-зелених скупчень анізотропних зерен з показником переломлення $n=1,65$, а також сульфат міді $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, який має безбарвні анізотропні зерна з меншим показником переломлення. При переході від міді і мідно-нікелевих сплавів, які є твердими сумішами нікелю в міді, до сплавів міді, які є механічною сумішшю компонентів, вміст окисолі в продуктах взаємодії збільшується від 20 до 30 ваг.% і більше, а вміст гідроксолі відповідно зменшується з 50 до 35-40 ваг. %.

У випадку суміші $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3$ контактний опір збільшується до 300 мОм і більше. Тут корозійна стійкість контактів найменша порівняно з іншими спеціальними корозивними середовищами, а приріст маси зразка після дослідів становить ~ 10 г/м². Петрографічно в продуктах взаємодії виявляються ті ж фази, що і в середовищі H_2S : Cu_2O , CuO , $\text{Cu}_2(\text{SO}_4)\text{O}$, $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$, $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, але також присутні і аміакати $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Сіль більш складніша: $[\text{Cu}_2(\text{SO}_4) \cdot (\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ та відповідний їй гідроксид, які виявлені раніше [3], не помічені.

В продуктах взаємодії з $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3$ зразка $\text{Cu} + 10\% \text{Zr}$ спостерігаються дрібні зерна $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, підфарбовані дисперсними включеннями Cu_2O і CuO , окремі зерна $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$, зафарбовані в смарагдово-зелений колір і жовті дрібні утворення $\text{Cu}_2(\text{SO}_4)\text{O}$, які мають високий коефіцієнт переломлення і колір яких змінений дисперсними включеннями оксидів, а також кристаліти вищенаведених аміакатів, переважно $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ з показниками переломлення, як і у відповідних сульфатів.

Корозійна взаємодія електроконтактних матеріалів із сумішшю агресивних компонентів H_2S+NH_3 більш інтенсивна, ніж в описаних вище середовищах. На поверхні зразків може виникати навіть ріст великих кристалів у вигляді пластин, особливо помітних у міді з домішками перехідних металів. Механізм впливу середовища H_2S+NH_3 багато в чому подібний до описаного для H_2S .

Висновки. Дослідження продемонстрували високу корозійну стійкість розроблених контактних матеріалів на основі міді в середовищі NH_3 і CO_2 та значно менш задовільну в середовищах H_2S і H_2S+NH_3 . Плівки, які утворювались на зразках контактних матеріалів №20-24 (табл. 2) мають майже однорідний за складом характер, а їх товщина збільшується зі збільшенням тривалості впливу середовища. Подібна плівкова структура поверхні контактування сприяє зниженню перехідного опору за рахунок подрібнення локалізованих частинок і встановлення надійного металічного контакту.

Список літератури

1. Двойные и многокомпонентные системы на основе меди: справочник. - М.: Наука, 1979. – 247 с.
2. Альман Р.С. Коррозионная стойкость легированных серебропалладиевых сплавов для электрических контактов / Альман Р.С., Федоренко В.П., Шпичинецкий Е.С. // Конструкцион. и прецизионные сплавы цветных металлов. – М., 1987. – С.59–63.
3. Реми Р. Курс неорганической химии./ Реми Р. – М.: Мир, 1974. –Т. 2. –775 с.
4. Гордеев Ю.И. Монослойные электроконтакты на основе серебра и меди. /Гордеев Ю.И., Зеер Г.М., Теремов С.Г., Зеленкова Е.Г. // Наука производству. – 2000. – №3. – С. 25-28, 67.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПЕРЕХОДНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ И КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ КОНТАКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.В. Коробский

Аннотация. Оценивается переходное сопротивление и коррозионная стойкость электроконтактных материалов в химически активных средах по изменению массы и контактного сопротивления. Установлено, что газовая среда существенно влияет на свойства рабочих поверхностей контактов благодаря образованию на их поверхности продуктов первичных и вторичных химических реакций. Показано высокую коррозионную стойкость разработанных контактных материалов в газовых средах.

Ключевые слова: *переходное контактное сопротивление, коррозионная стойкость, сплав, добавки, контактный материал, коррозионная газовая среда*

INFLUENCE OF CHEMICALLY ACTIVE COMPONENTS OF THE ENVIRONMENT IN THE CONTACT RESISTANCE AND CORROSION RESISTANCE OF CONTACT MATERIALS

V. Korobskyy

Annotation. Estimated transfer resistance and corrosion resistance of the materials in the electric-reactive Sereda change mass and contact resistance. It is found that the gaseous medium significantly affects the properties robochem contact surfaces due to the formation on the surface of products of primary and secondary chemical reactions. Displaying high corrosion resistance developed contact materials in gaseous environments.

Key words: the transitional contact resistance, corrosion resistance, alloy additives, contact material , corrosive gas environment

УДК 621.3:620.96

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЗАЛЕЖНО ВІД КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА ПОТУЖНОСТІ СПОЖИВАЧА

Є.О. Антипов, асистент
e-mail: ievgeniy_antypov@ukr.net

Анотація. Розглядається можливість використання енергозберігаючих систем енергозабезпечення споживачів з використанням сонячної енергії. Розрахована необхідна кількість фотоелектричних перетворювачів залежно від кліматичних умов та електричної потужності споживача.

Ключові слова: фотоелектричний перетворювач, радіація, сонячна система, сонячна батарея

В останні роки в Україні широко поширюється будівництво індивідуальних житлових будинків в приміських зонах, де відсутнє централізоване тепло- та газопостачання. В цих умовах перспективним є використання систем енергозабезпечення на основі поновлюваних джерел енергії. Використання таких систем забезпечить значну економію як природного газу, так і інших традиційних джерел енергії.