

УДК 621.382

Кривоус А.С.¹, Сніжної Г.В.², Солодовник А.І.³

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

³ директор ТОВ «Елемент-Перетворювач»

ВПЛИВ ОКИСЛЕННЯ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ПРЯМОЇ НАПРУГИ СИЛОВИХ ДІОДІВ ПРИТИСКНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Важливою вимогою до діодів, які використовуються для паралельного включення в потужних випрямляючих агрегатах, є стабільність значень прямої напруги U_{FM} під час тривалої експлуатації. Неконтрольована зміна значень U_{FM} на окремих діодах призводить до порушення рівномірності розподілення току навантаження в паралельних гілках випрямляючого агрегату і виходу з ладу діодів.

Передбачалось, що головна причина зміни властивостей притискних контактів є поява окисних плівок на поверхні металів під час тривалої експлуатації.

Мета роботи – вивчення впливу окисних плівок різних металів, які використовуються в притискних конструкціях контактів силових напівпровідникових приладах, на пряму напругу U_{FM} силових діодів.

Через тривалий термін експлуатації діодів, було обрано прискорений метод випробувань, тобто зразки контактних матеріалів окислювались при більш високій температурі ($T = 200-300^{\circ}\text{C}$), ніж максимальна робоча температура діода.

Робота проводилась в три етапи. На першому етапі досліджувалось окислення срібних прокладок без покриття, та покритих шаром хрому ($\sim 1-3$ мкм), а також пасивованих в 1% розчині хромпіку. Окислення проводилось при двох режимах:

- 1) окислення в парах води за $T=200^{\circ}\text{C}$ протягом 36 годин;
- 2) окислення на повітрі за $T=200^{\circ}\text{C}$ протягом 120 годин.

Вимірювання U_{FM} проводилось при струмі 6280 А до та після окислення. Для вимірювання було обрано один корпус, один напівпровідниковий випрямляючий елемент та по три комплекти срібних прокладок з різним покриттям. За результатами вимірювань U_{FM} зроблено наступні висновки:

1) окислення срібних прокладок не призвело до збільшення U_{FM} з обома режимами окислення;

2) покриття срібних прокладок хром дало збільшення U_{FM} на 0,12-0,14 В з першим режимом окислення та на 0,09-0,3 В з другим режимом окислення.

Під час другого етапу дослідження впливу окислення на U_{FM} проводили окислення при більшій температурі ($T=300^{\circ}\text{C}$ протягом 24 годин) прокладок з мідної фольги без покриття, з покриттям сріблом, з покриттям хімічним нікелем, з покриттям гальванічним нікелем та з покриттям хромом. Товщина покриття складала 1-3 мкм. Крім того, піддавались окисленню чотири напівпровідникових діодних елементів та вимірювалось на них U_{FM} до окислення та після.

На третьому етапі досліджувався вплив окислення напівпровідникового елемента з напиленим шаром алюмінію товщиною 16-20 мкм на катодну (Si) та анодну сторони (Mo) на значення U_{FM} .

Крім того, на чотири випрямляючі елементи з напиленим алюмінієвим шаром додатково гальванічно осаджувалось срібло товщиною до 3 мкм.

Необхідно зазначити, що срібло осаджувалось лише на анодний бік випрямляючого елемента. Під час третього етапу роботи зробили наступні висновки:

1) випрямляючі елементи з напиленим та впеченим шаром алюмінію на катодній поверхні силіцію та анодній поверхні молібденового диску зібрані в корпус з чистими срібними прокладками практично не збільшили значення своїх U_{FM} після окислення ($T=300^{\circ}\text{C}$ протягом 24 годин);

2) випрямляючі елементи з напиленим та впеченим шаром алюмінію на катодній та анодній поверхні з додатково гальванічно нанесеним шаром срібла на анодну сторону також не збільшили значення своїх U_{FM} після окислення ($T=300^{\circ}\text{C}$ протягом 24 годин).

За результатами проведеного дослідження впливу окислення металів на стабільність значень прямої напруги U_{FM} встановили:

1) молібденовий диск, який передбачений конструкцією силового діода в якості термокомпенсатора, коли окислюється призводить до збільшення значень U_{FM} й скоріше за все є головною причиною збільшення U_{FM} під час експлуатації діодів;

2) напилений та впечений шар алюмінію на силіції та молібденовому диску практично не приводить до збільшення U_{FM} після прискореного окислення ($T=300^{\circ}\text{C}$, $t=24$ години);

3) окислення срібних прокладок також не призводить до суттєвого збільшення U_{FM} ;

4) всі інші варіанти використання металів чистих чи з покриттями нікелем, хромом та ін.. показали після окислення збільшення значень U_{FM} різного ступеню.