

УДК 621.38

Особливості реставрації магнетронів

Богалов Ф.Г.

Вступ

Починаючи з 50-х років минулого століття було здійснено багато відкриттів в галузі електроніки надвисоких частот (НВЧ). Ведучи розробки в цій сфері, вчені забезпечували удосконалення радіолокаційних станцій та створення побутового та комунікаційного обладнання.

Рухома двохкоординатна радіолокаційна станція (РЛС) кругового огляду була прийнята на озброєння в 1971 році і призначалася для ведення радіолокаційної розвідки повітряних цілей, забезпечення наведення винищувальної авіації і цілевказівки зенітним ракетним комплексам. РЛС перебувають на озброєнні радіотехнічних батальйонів і радіолокаційних рот і за якістю радіолокаційної інформації відноситься до класу систем бойового режиму.

РЛС забезпечує:

- виявлення повітряних цілей і визначення їх площинних координат: азимута і дальності;
- визначення державної приналежності виявлених цілей за принципом «свій-чужий» і

індивідуальне упізнання своїх об'єктів;

- визначення характеристик цілей – склад, бойові порядки, курс, швидкість, маневр.

Зазвичай, найчастішою причиною виходу магнетрона з ладу є саме катодний вузол, а інші вузли та деталі можуть бути цілком справні. Тому при модернізації та реставрації магнетрона виникає необхідність заміни катодного вузла на більш довговічний та по-можливості дешевший. В процесі роботи магнетрона відбувається вихід з ладу електронної гармати в результаті порушення вакууму – потрапляння вологи в СВЧ тракт, порушення системи охолодження. Для усунення цих причин необхідно своєчасно проводити контроль вакууму, контроль швів. Для поглинання газів, що виділяються із деталей, в магнетроні розміщується пористий титан, який при 500°C починає реагувати з газами. Використання «холодного катода» може забезпечити більш надійну роботу магнетрона.

При неповному узгодженні вивода енергії з резонансною системою частина високочастотної енергії поглинається магнетроном, що

призводить до додаткового нагрівання та виходу його із ладу.

На рис.1 зображена конструкція катодного вузла десяти сантиметрового діапазону довжини хвилі.

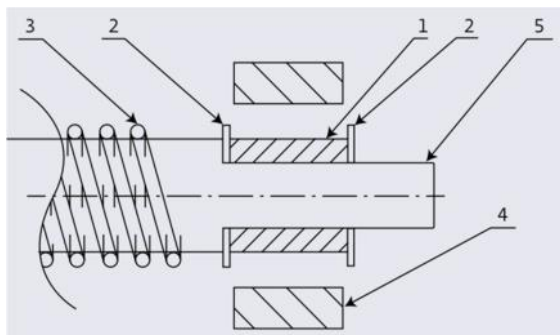


Рис.1 Конструкція катодного вузла магнетрона:

1–металопористий катод, 2– катодні екрани, 3–підігрівач, 4–анод, 5–кern катода

Таку конструкцію має й магнетрон, що є об'єктом нашого дослідження, параметри якого:

- центральна частота 3000 МГц;
- імпульсна потужність 500 кВт;
- анодна напруга 20 кВ;
- струм 50 А;
- тривалість імпульса 1,5 мкс.

В такому магнетроні використовуються

металопористі катоди на основі вольфрамової губки з алюмінатом-барія-кальція $2.5\text{BaO}+0.4\text{CaO}+\text{Al}_2\text{O}_3$, що дозволяє отримати густину струму термоємисії при $1000\dots1100\text{ }^\circ\text{C}$ в діапазоні $10\dots15\text{ A/cm}^2$. Це досить непогані параметри для даного типу катода. В якості вихідних матеріалів

використовуються порошки карбонатів барію та кальцію; порошок вольфрама та порошок оксида алюмінію. При виготовленні катодних матеріалів порошки перемішуються в молярних пропорціях, віднесених до чистих оксидів. Після перемішування компонентів в установці планетарного типу зразки матеріалів розміщуються в молибденові лодочки з алундованим молибденовим вкладишем на нікелевих пластинах та спікають у вакуумній печі з плавним підйомом температури до $1200\text{ }^\circ\text{C}$ на протязі 2 годин. Після цього із спечених порошків пресують таблетки діаметром декілька міліметрів в залежності від типу приладу. Зразки металопористих катодних матеріалів отримують пропитуванням по стандартній технології пористої вольфрамової губки відповідними алюмінатами барію-кальцію.

Такий катод монтується в магнетрон, відбувається відкачка до глибокого вакуума порядку 10^{-6} Па та заварюється за допомогою електродного та лазерного зварювання. Контроль за герметичністю на протязі кількох діб здійснюється вакуумметром.

Далі прилад ще має пройти ряд випробувань: електродинамічні – випробування на різних частотах з різними сигналами та калібрування вихідного контура магнетрона; механічні – випробування на вплив дорожньої тряски та ін.; термічні випробування – нагрівання та охолодження виробу від -50 до $+70\text{ }^\circ\text{C}$ та утримання деякий час при такій температурі; випробування на

вологість, при яких магнетрон витримують кілька діб при 100% вологості. Тільки після всіх цих випробувань магнетрон потрапляє в цех кінцевих вимірювань, де його випробовують при робочих навантаженнях кілька діб.

Альтернативою металопористим катодам є безнакальний катод, схема якого представлена на рис.2.

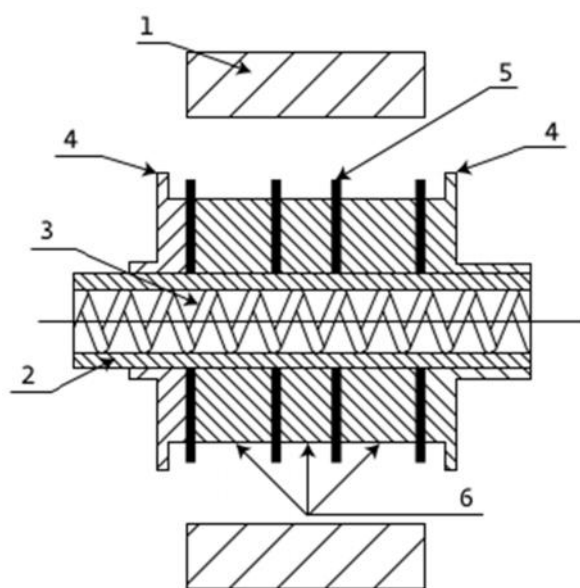


Рис.2. Конструкція магнетрона з «холодним» катодом:

1–анод; 2–ядро катода;
3–технологічний підігрівач;
4– екрани; 5–автоелектронні католи;
6–вторинно-емісійні католи

Час готовності до роботи магнетрона грає також дуже важливу роль, як і довговічність та надійність. Час готовності магнетронів з накальними катодами коливається від декількох секунд (з прямонакальними катодами) до декількох хвилин (з непрямокальними).

Складність полягає в тому, що катод необхідно розігріти до робочої температури і в деяких випадках це досягається короткочасною подачею високої напруги розжарювання або за рахунок підтримання катода в нагрітому стані. Такі режими роботи мають небажати наслідки в обох випадках: в першому знижується надійність підігрівача, а в другому продукти наплення з катода осідають на інших елементах приладів, що знижує електричну міцність та змінює частоту генеруємих коливань.

Кардинальним рішенням даної проблеми є безнакальний катод, що представляє собою автоелектронні католи (5) кільця товщиною до 4 мм з танталової фольги та вторинно-емісійний катод зі звичних матеріалів. При поданні імпульсної напруги на анод створюється об'ємний заряд, що під дією схрещених магнітних та електричних полів бомбардує вторинно-емісійний катод, що в свою чергу приводить до виникнення об'ємного заряду форми «спиця», що взаємодіє з полем НВЧ. Ресурс таких катодів за рахунок виключення ланки накалу підвищується в декілька разів.

Висновки

Магнетрони знаходять широке застосування в радіолокаційних станціях і системах побутового призначення завдяки високому коефіцієнту корисної дії, надійній роботі протягом тривалої дії та можливості реставрації при виході із ладу катодного вузла.

Література

1. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. Т.2. Электровакуумные приборы СВЧ / Под ред. Н. Д. Девяткова. – М.: Высшая школа. – 1972. – 376 с.
2. Коваленко В.Ф. Введение в электронику сверхвысоких частот. – М.: Сов. радио, 1951. – 124 с.