

УДК 621.316.933.3

## Система захисту радіолокаційних станцій

Царенко П.О., к.т.н., проф. Кузьмичев А. І.

*Анотація* – В даній статті викладено принцип роботи, конструкція, переваги та недоліки приладу для захисту радіолокаційних станцій. Також стаття включає теоретичний метод покращення конструкції захисного приладу, а саме резонансного розрядника.

*Abstract* - This article contain the principle of working, construction, advantages and disadvantages of device, for protection Radar. Also, the article includes a theoretical method for improving the design of a protective device, called resonant spark gap.

Ключові слова – радіолокаційна станція, розрядник, коронний розряд.

### 1.ВСТУП

В наш час широко використовуються радарна техніка. Її активно використовують в різних системах для виявлення певних об'єктів, їх розмірів та їх відстані. Як і всі прилади, радарна техніка має свої проблеми з роботою. Вони можуть бути обумовлені виходом з ладу однієї із систем, яка входить до складу радіолокаційної станції (РЛС). Кожна радіолокаційна станція складається з таких основних блоків, як приймач, передавач, антена та блок живлення. І кожна з цих систем, може мати певні збої в роботі, які можуть привести до

виходу з ладу або якогось блоку, або всієї РЛС. Яскравим прикладом може бути виведення приймача з ладу від перенапруги, та несправна робота генератора у зв'язку з коротким замкненням.

Для збереження приймача від перенапруги, найчастіше для його захисту вмикають надвисокочастотний (НВЧ) розрядник. В сучасних радіолокаційних станціях і приймальній апаратурі захисний пристрій (ЗП) є одним з найважливіших електронних елементів НВЧ тракту. Він забезпечує захист вхідних ланцюгів приймача (змішувачів на напівпровідникових діодах, мало шумливих напівпровідникових підсилювачів) від НВЧ сигналів «власного» передавача, сигналів сусідніх радіолокаційних станцій та інших, зовнішніх НВЧ сигналів, здатних викликати порушення роботи приймального пристрою. [1]

До теперішнього часу розроблено велику кількість типів захисних пристроїв.

Серед цієї безлічі можна виділити три найбільш вживаних типу: газорозрядні, напівпровідникові ЗП, а також їх комбінації, і вакуумні ЗП.

Захисні пристрої знаходять застосування для захисту приймальної апаратури дециметрового, сантиметрового і міліметрового діапазонів довжин хвиль, застосовуються в різних видах наземної, морської, авіаційної і ракетно-космічної техніки. Триваюче освоєння нових ділянок частотно-енергетичного діапазону супроводжується зростанням вимог до ЗП, багато з яких часом суперечливі.

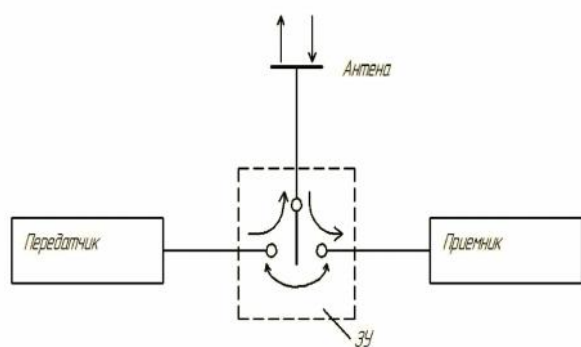


Рис. 1 Схема включення розрядника

НВЧ - розряд, що виникає в розрядниках, створює умови для автоматичного перемикавання передавача і приймача РЛС при роботі на загальну антену.

Одночасно забезпечується захист чутливого елемента приймача РЛС від впливу сигналів власного передавача і сигналів сусідніх станцій.

Потужність, яку випромінює в імпульсі передавачем, досягає сотень кіловат при тривалості імпульсів від 0,5 до 10 мкс. Ці імпульси створюють у фідері, що з'єднує генератор з антеною, напругою ВЧ порядку декількох тисяч Вольт. Так як приймач приєднаний до цього ж фідера, ізоляція в приймальному

виявиться пробитою. За допомогою спеціальних газонаповнених іскрових розрядників вхідний ланцюг приймача замикається на час існування в фідері високої напруги. Тому потужність, яка проникає в ланцюг приймача в моменти роботи генератора, стає незначною і не може пошкодити приймач.

Розрядник включається в відгалуження до приймача на відстані  $\lambda / 4$  від фідера (фідером може служити двухпровідна лінія, коаксіальна лінія або хвилевід). У момент виникнення коливань в генераторі розрядник запалюється, в ньому виникає розряд, практично замикає накоротко точки а і б. При цьому вхід приймача закривається, так як короткозамкнутий чвертьхвильовий відрізок лінії являє собою майже нескінченний опір. Після припинення потужного імпульсу генератора розрядник гасне і прийняті коливання вільно надходять на вхід приймача.

Основні вимоги:

1. Мала просочуєма (в приймач) потужність.
2. Короткий час відновлення розрядника. Дійсно, якщо час відновлення розрядника великий, то імпульс передавача радіолокаційної станції, відбившись від близько розташованої мети, не зможе потрапити на вхід приймача.
3. Широкопasmовість високочастотних розрядників.

Газове наповнення розрядника (його склад і тиск) і зазор між електродами повинні бути підібрані

так, щоб виконати перші дві вимоги. Найбільш часто вживаним газом для наповнення високочастотних розрядників є аргон при тиску 30-40 мм рт. ст. (Суміш аргону і водяної пари).

За конструкцією високочастотні розрядники радіолокаційних станцій поділяються на розрядники метрового діапазону і розрядники дециметрового і сантиметрового діапазонів. Останні ще діляться на розрядники коаксіальних ліній і розрядники хвилеводних ліній.

### **2.ЗАГАЛЬНІ НЕДОЛІКИ ГАЗОРОЗРЯДНИХ ЗАХИСНИХ ПРИЛАДІВ ТА СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ НЕДОЛІКІВ**

Основним недоліком газорозрядних захисних приладів є їх мала швидкість спрацьовування (великий час відновлення, яке визначається часом розсіювання плазми газового розряду після закінчення імпульсу передатчика). Інший недолік - велике споживання потужності, обумовлене недостатньо високою провідністю газового розряду. Третя вада газорозрядних приладів полягає в тому, що при виникненні розряду виникає викид напруги, обумовлений індуктивністю виводів, а також часом затримки між додатком перехідного сигналу і початком лавинного пробоя між електродного проміжку. Енергія викиду може виявитися достатньою для залишкового пошкодження чутливого елемента приймача. В наш час темпи вдосконалення газорозрядних ЗП істотно знизилися і

навряд чи можна очікувати в їх розвитку великого стрибка.

Як відомо, розрядник має час спрацювання, який може сягати від десяти до сотень мікросекунд. За цей час при істотній перенапрузі може статись вихід з ладу приймача. Саме тому для покращення швидкодії розрядника додається ще один електрод, форма якого нагадує клин. Його підключають до додаткового високовольтного джерела живлення, в результаті на кінці електрода спостерігається коронний розряд. Структурний вигляд зображено на рисунку 2. Цифрою 1 позначено додатковий електрод клиновидної форми, а цифрою 2 – електроди розрядника.



Рис. 2. Структура розрядника з додатковим електродом

Головною особливістю цього розряду є те, що іонізаційні процеси електронами відбуваються не по всій довжині проміжку, а тільки в невеликій його частині поблизу електрода з малим радіусом кривизни (так званого коронуючого електрода). Ця зона характеризується значно вищими значеннями напруженості поля в порівнянні з середніми значеннями для всього проміжку.

Виникає при порівняно високих тисках (порядку атмосферного) в сильно неоднорідному електричному полі. Подібні поля формуються у електродів з дуже великою кривизною поверхні (вістря, тонкі проводи). Коли напруженість поля досягає граничного значення для повітря (близько 30 кВ / см), навколо електрода виникає світіння, що має вигляд оболонки або корони (звідси назва).

Таким чином, клиновидний електрод під'єднується до джерела напруги значення якого починається від 10 кВ і на його кінці з'являється коронний розряд. Розрядник як і раніше працює в звичайному режимі, але час спрацьовування набагато швидший. Цей тип конструкції має дуже велику перевагу перед звичайним резонансним розрядником в тому, що має менший час спрацьовування.

### 3. РОЗРАХУНОК ЗНАЧЕННЯ НАПРУГИ ДЛЯ ВИНИКНЕННЯ КОРОННОГО РОЗРЯДУ

Для розрахунку напруги, для виникнення коронного розряду використаємо формулу Піка[2]:

$$E_k = 30,3m\delta \left[ 1 + \frac{0,3}{\sqrt{r_0\delta}} \right] \quad (1)$$

де  $r_0$  - радіус дроту, см;  $\delta$  - відносна щільність газу;  $m$  - коефіцієнт гладкості, для витого дроту приймається рівним 0,82; в гірських умовах рекомендується приймати  $m = 0,7 - 0,75$ .

Прийmemo 0.3 см як радіус дроту, а щільність аргону(газ, яким наповнюють розрядник) прийmemo за 1,662 кг/м<sup>3</sup> тому маємо:

$$E_k = 5,8 \text{ кВ}$$

Тому для утворення коронного розряду на додатковому електроді необхідне джерело напруги  $\approx 6$  кВ.

### 4. ВИСНОВОК

Завдяки додаванню нового електрода в розрядник, можна збільшити час спрацьовування приладу і як результат, шанс виходу з ладу перемикача радіолокаційної станції зменшується.

### Література

1. Сверхвысокочастотные защитные устройства/ А. И. Ропий, А.М. Старик, К.К. Шутов. – М.: Радио и связь, 1993. – 128с.:
2. Сто років формулі Піка для визначення початкової напруженості коронного розряду [*Електронний ресурс*] : (*Наукові вісті НТУУ «КПІ»: науково-технічний журнал*) / О.Р. Проценко, Є.О. Троценко// Бібліотечний вісник. — 2014. — № 6. — С. 35. — Режим доступу до журн.: [http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/14479/1/2014\\_6\\_04.pdf](http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/14479/1/2014_6_04.pdf)