

Київський національний університет ім. Т. Шевченка

Військовий інститут



Тема № 13. Калібрування вимірювальних ліній.

Заняття №1. Методика калібрування вимірювальних ліній.

ГРУПОВЕ ЗАНЯТТЯ

Навчальна мета: Набути практичних навичок по повірці калібрувальних ліній.

Навчальні питання:

Питання 1. Вимоги нормативно-технічної документації з повірки. Умови повірки.

Питання 2. Методика повірки вимірювальних ліній (Р1).

Питання 3. Оформлення результатів повірки.

Питання 1. Вимоги нормативно-технічної документації з повірки. Умови повірки.

Повірка вимірювальних ліній типу Р1 проводиться згідно вимог ГОСТ 8.351-79 «Лінії вимірювальні. Методи і засоби повірки» і ГОСТ 8.365-79 «Навантаження коаксіальні. Методи і засоби повірки», які встановлюють методи і засоби повірки ліній вимірювальних Р1-17, Р1-18 і навантажень Э9-79, Э9-71, Э9-74.

При проведенні повірки приладу типу Р1-18 повинні проводитись операції повірки:

1. Визначення власного КстU лінії на частотах 2; 8; 10 ГГц з допустимим значенням 1,07 і на 12,5 ГГц - 1,10 за допомогою Г4-76А, Г4-78, Г4-80, Г4-79, Г4-111, В8-7, вентилів коаксіальних.

2. Визначення непостійності зв'язку зонду з полем лінії на частотах 2; 8; 12,5 ГГц з допуском 3% за допомогою Г4-79, Г4-111, М95, вентилів коаксіальних.

Питання 1. Вимоги нормативно-технічної документації з повірки. Умови повірки.

3. Визначення відносної шунтуючої провідності зонду лінії на частотах 2;8;12,5 ГГц з допуском 0,06 за допомогою генераторів, Р1-18, М95, вентилів коаксіальних.

4. Визначення відхилення хвильового опору навантажень від 50 Ом Э9-74 з допуском 1% за допомогою довжиноміра пневматичного низького тиску ДП; мікрометра важільного ГОСТ 4381-68.

5. Визначення КстУ рухомих елементів навантажень Э9-73: узгодженого поглинача на 2;3 ГГц з допуском 1,1 за допомогою Р1-17, В8-7, генераторів;

неузгодженого поглинача на 0,5;1,5;3 ГГц з допуском 1,14-1,4 за допомогою Р1-17, В8-7, генераторів;

короткозамкненого поглинача на 1;3 ГГц з допуском >30 за допомогою Р1-17, В8-7, генераторів.

6. Визначення КстУ рухомих елементів навантажень Э9-74:

Питання 1. Вимоги нормативно-технічної документації з повірки. Умови повірки.

узгодженого поглинача на 2; 8; 12,5 ГГц з допуском 1,1 за допомогою Р1-17, В8-7, генераторів;

неузгодженого поглинача на 2; 8; 12,5 ГГц з допуском 1,14-1,4 за допомогою Р1-17, В8-7, генераторів;

короткозамкненого поглинача на 2; 8; 12,5 ГГц з допуском >30 за допомогою Р1-17, В8-7, генераторів;

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

1. Значення власного КстU лінії визначається методом «рухомого навантаження». Розв'язка між генератором і лінією повинна бути не меншою ніж 15 дБ. При випробуваннях застосовують навантаження Э9 -74 (неузгоджений варіант). В якості індикаторного приладу застосовується вимірювач В8-7. Рухомий елемент навантаження встановлюють в положення, найближче до виходу вимірювальної лінії. При переміщенні зонду вимірювальної лінії визначають КстU навантаження. Потім рухомий елемент переміщують на відстань, приблизно рівну $\lambda/20$, і знову за допомогою Р1-18 визначають КстU в межах однієї половини довжини хвилі, не переходячи до сусідніх значень. Досить провести 10 -12 вимірювань, тобто пройти відстань порядку $0,6\lambda$. З виміряних КстU навантаження вибирають максимальне і мінімальне значення. Власний КстU лінії підраховують згідно з формулою:

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

$$K_{\text{СТХ}} = \sqrt{\frac{K_{\text{max}}}{K_{\text{min}}}}$$

де K_{max} і K_{min} - максимальне і мінімальне значення вимірюного $K_{\text{стU}}$ навантаження відповідно.

2. Для визначення непостійності зв'язку зонду з полем лінії вимірювальна лінія з одного боку через розв'язуючий пристрій з'єднується з генератором (розв'язка між генератором і лінією не менше 15 дБ), а з іншого - до навантаження Э9-74 (коротко замкнутий варіант). В якості індикаторного приладу застосовують мікроамперметр М95.

Рухомий елемент навантаження встановлюють в крайне, найближче до вимірювальної лінії, положення і записують покази індикаторного приладу в пучностях поля вздовж усієї лінії: $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$.

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

Вимірювання проводять при 5 положеннях рухомого елемента навантаження через $\lambda/10$. Окремо для кожного ряду вимірювань обчислюють значення δU в процентах згідно з формулою:

$$\delta U = \pm \left(\frac{A_{\max 1} - A_{\max 2}}{A_{\max 1} + A_{\max 2}} \right) * 100$$

де $A_{\max 1}$ і $A_{\max 2}$ - покази індикаторного приладу в сусідніх пучностях відповідно.

За значення непостійності зв'язку зонду з полем лінії в процентах приймається максимальне з усіх значень δU_{\max} . Відстань від зонду до поверхні центрального провідника лінії 3-4 мм (червона риска).

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

3. Визначення відносної шунтуючої провідності зонду лінії виконується з'єднанням вимірювальної лінії з генератором через розв'язуючий атенюатор. До вимірювальної лінії під'єднується допоміжна вимірювальна лінія з навантаженням Э9-74 (короткозамкнутий варіант) на виході. На лініях виконується настроювання зондових головок. В якості індикатора - М95.

Зонд допоміжної лінії встановлюється в максимум поля і виконується два відліки по індикатору: перший відлік A_1 , коли зонд повіряємої лінії встановлений в максимум поля лінії, а другий A_2 - коли зонд встановлений в мінімум поля вимірювальної лінії. Відносна активна складова провідності зонду q розраховується згідно:

$$q = \frac{A_2 - A_1}{A_2 + A_1}$$

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

4. Відхилення хвильового опору навантажень Э9-74 від номінального значення 50 Ом визначають шляхом вимірювання геометричних розмірів зовнішнього і внутрішнього провідників на робочій ділянці навантаження (на ділянці, де ковзає рухомий елемент).

Відхилення хвильового опору від номінального значення 50 Ом (δW) в % розраховують згідно:

$$\delta W = 1,2 \left(\frac{\Delta D}{7} - \frac{\Delta d}{3,04} \right)$$

де $\Delta D = D - 7\text{мм}$

$\Delta d = d - 3,04\text{мм}$.

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

Вимірювання проводять довжиноміром в 4-5 перетинах по довжині провідників.

Результати вимірювань вважаються задовільними, якщо величина відхилення хвильового опору не перевищує 1% для Э9-74.

5. КстU рухомих елементів навантаження визначається наступним чином:

лінія через 15 дБ підключається до генератора;

встановлюється потрібна частота, головка лінії настроюється в резонанс;

збирається навантаження з встановленням повіряемого клину і з'єднується з вимірювальною лінією.

Визначення КстU неузгодженого поглинача визначається при вимірюванні власного КстU лінії згідно методики *п.1*. При цьому значення КстU поглинача навантаження КстU обчислюється з формулою:
$$K_{\text{стхну}} = \sqrt{K_{\text{max}}^{11} * K_{\text{min}}}$$

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

де K_{\max} і K_{\min} - максимальне і мінімальне значення $K_{\text{стU}}$, одержане при вимірюванні власного $K_{\text{стU}}$ лінії.

Визначення $K_{\text{стU}}$ узгодженого поглинача визначається згідно методики *n1*. При цьому значення $K_{\text{стU}}$ узгодженого поглинача обчислюється згідно з формулою:

$$K_{\text{стU}} = \frac{K_{\max}}{K_{\min}}$$

де K_{\max} і K_{\min} - максимальне і мінімальне значення $K_{\text{стU}}$, одержані при вимірюванні власного $K_{\text{стU}}$ лінії.

Вимірювання $K_{\text{стU}}$ короткозамкнутого плунжера виконується на вимірювальних лініях методом «подвійного мінімуму».

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

В якості індикатора застосовують прилад В8-7. Знаходять положення мінімуму стоячої хвилі, переміщуючи каретку вимірювальної лінії і збільшуючи чутливість приладу.

Встановлюється показ індикатора В8-7 рівний $1,000 \pm 0,01$ ручками «УСИЛЕНИЕ» і регулюванням потужності генератора. Каретка лінії переміщується в одну і другу сторони від мінімуму стоячої хвилі до положення, в яких покази приладу встановлюються рівними $2,000 \pm 0,01$.

Визначається на лінії відстань між цими положеннями за допомогою ноніуса.

Питання 2. МЕТОДИКА ПОВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЛІНІЙ (Р1).

Значення $K_{стУ}$ розраховується згідно:

$$K_{стХКЗ} = \frac{\lambda}{\pi \Delta l}$$

де λ - довжина хвилі в лінії на частоті вимірювань;

Δl - відстань між точками, які відповідають рівню подвоєного мінімуму розподілення поля.

Вимірювання проводять для навантаження Э9-74 на частотах 2;8 і 12,5 ГГц в узгодженому і неузгодженому варіантах.

Значення $K_{стУ}$ короткозамкненого плунжера навантаження Э9-74 вимірюються на частотах 2,0 і 12,5 ГГц при положеннях короткозамкненого плунжера, найбільш віддаленого від вхідного роз'єму лінії.

Питання 3. ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІРКИ.

Результати повірки заносяться у відповідні розділи формуляру приладу і завіряються підписом особи, яка повіряє і відтиском повірочного тавра.

Прилади, які мають незадовільні результати повірки, до користування не допускаються.