

Винахід відноситься до галузі мікрохвильових вимірювань, зокрема, до градування вимірювачів швидкості транспортних засобів в сантиметровому діапазоні довжин хвиль і може знайти застосування для градування дистанційних вимірювачів швидкості в міліметровому та інфрачервоному діапазоні хвиль.

Вимірювання швидкості руху об'єктів здійснюється за допомогою радарів - доплерівських локаторів, які працюють за принципом перетворення частотного зсуву у відбитому від об'єкта, що рухається, опромінювання, відносно прямого сигналу, в його швидкість руху.

Відомий спосіб градування вимірювачів швидкості шляхом опромінення спеціального транспортного засобу, що рухається з відомою швидкістю, та подальшим порівнянням показів його спідометра з показами, що з'являються на індикаторі дистанційного вимірювача швидкості [1,2].

Найбільш близьким за технічною суттю є спосіб градування автомобільних радарів, за яким створюють міру швидкості об'єкта, що рухається, приймають вимірювачем швидкості, який градує, сигнал від цієї міри і за різницею між значенням міри і показом приладу визначають систематичну похибку, за якою градує вказаний прилад [3-6].

До недоліків прототипу можна віднести, по - перше те, що похибка такого способу градування досягає 10-ти відсотків, а такий стан не відповідає сучасним вимогам. По-друге, зі скороченням довжини хвилі його ефективність різко знижується і, як результат, він практично непридатний у короткохвильовій частині спектра і тим більш в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль.

Як прототип пристрою для градування вимірювачів швидкості можна взяти імітатор рухомої цілі, який виконано у вигляді прямокутного хвилеводу, в середині якого розміщено р-і-п діод. В процесі опромінювання р-і-п діода НВЧ коливанням та з амплітудною модуляцією, частоти якої відповідають заданим швидкостям руху, його спектр збагачується частотними складовими, що несуть інформацію про швидкість об'єкта, яку імітують.

Недоліком прототипу є те, що в короткохвильовій частині спектра (наприклад, у субміліметровому та інфрачервоному діапазоні довжин хвиль) р-і-п діоди відсутні і промисловістю не виготовляються.

В основу запропонованого винаходу поставлено задачу зменшення похибки градування дистанційних вимірювачів швидкості, а також розширення їхньої номенклатури, за частотним діапазоном, в короткохвильову частину спектра.

Поставлена задача розв'язується за рахунок того, що в способі градування вимірювача швидкості, у якому створюють міру швидкості руху об'єкта, приймають від цієї міри сигнал і за різницею показів приладу та значенням міри визначають систематичну похибку, за якою градує вимірювач швидкості; згідно з винаходом, міру швидкості створюють за рахунок того, що опромінюють нерівну рухому поверхню, наприклад, поверхню гофрованого барабана, сигналом від вимірювача швидкості, що градує, формують спектр просторових гармонік розсіяного сигналу, приймають відбитий від барабана прямий сигнал і відбиту металевим екраном будь-яку з просторових гармонік, яка містить в собі відносно частоти опромінювання відповідний до міри швидкості доплерівський зсув частоти, та визначають швидкість руху об'єкта, що імітують. Після порівняння заданої лінійної швидкості руху поверхні барабана та швидкості руху, яку показує вимірювач, визначають систематичну похибку, за якою градує вимірювач швидкості.

Разом з цим, ця задача розв'язується за рахунок того, що в приладі для градування дистанційних вимірювачів швидкості рухомих об'єктів, з метою розширення частотного діапазону, введено імітатор швидкості руху об'єкта, який відрізняється тим, що система формування імітованої швидкості руху об'єкта складається з генератора просторових гармонік, частотний доплерівський зсув яких відносно сигналу опромінення, відповідає швидкості руху об'єкта, і який виконано у вигляді нерівної поверхні, що рухається, наприклад, поверхні гофрованого барабана, і відбиваючого металевого екрана, розміщеного так, щоб п - а відбита просторова гармоніка, яку вибрано, була спрямована в антену вимірювача швидкості.

Відмінні ознаки запропонованого способу дають змогу суттєво підвищити точність градування дистанційних вимірювачів швидкості руху, а також значно розширити номенклатуру вимірювачів за їхнім частотним діапазоном.

На фіг.1. зображено запропонований пристрій для реалізації способу калібрування дистанційних вимірювачів швидкості, який складається з барабана 1 з гофрованою поверхнею, що обертається за допомогою двигуна 2, і механічно зв'язаного з пристроєм контролю його швидкості 3; металевий екран 4, призначеного для перевідбивання та спрямовування п-ої просторової гармоніки, яку вибрано, в антену 5 вимірювача швидкості руху 6. З метою усунення впливу розсіяного опромінення на оператора, пристрій розміщено в безлунній камері 7.

Запропонований спосіб калібрування дистанційних вимірювачів швидкості здійснюється за допомогою таких операцій:

задають за допомогою двигуна 2 та тахометра 3 лінійну швидкість обертання гофрованого барабана 1;

опромінюють гофровану поверхню барабана 1 вимірювачем швидкості 6, що градує. Як результат, створюється розсіяний сигнал у вигляді просторових гармонік, які розсіюються під кутами  $\alpha_m$  відносно нормалі до поверхні барабана

$$\alpha_m = \pm \arccos \sqrt{1 - m^2 / \gamma^2},$$

де  $Im = 1, 2, 3, \dots$ ,  $\gamma = p / \lambda$ ,  $|m| \leq \gamma$ ,  $p$  - період нерівностей,  $\lambda$  - довжина хвилі випромінювання.

На шляху однієї з вибраних гармонік встановлюють металевий екран 4, від якого вона відбивається та потрапляє в антену 5 вимірювача швидкості 6. Частотне биття відбитого від барабана прямого сигналу та п-ої просторової гармоніки, відбитої від металевого екрана, перетворюється в доплерівський зсув частоти за формулою

$$F = (2\pi / p) \cdot R \cdot N \cdot m,$$

а потім на дисплеї вимірювача він видається як числове значення швидкості руху транспортного засоба, що імітують

$$V_2 = V_1 \pm \Delta V.$$

Систематичну похибку вимірювання, за якою градує вимірювач швидкості, обчислюють згідно з формулою

$$\Delta V = |V_1 - V_2|$$

Приклад. Нехай гофрована поверхня барабана, радіус якого  $R=15$  см, має параметр  $\gamma=1$  і обертається зі швидкістю  $N=1200$  об/хв. Поверхня барабана опромінюється вимірювачем швидкості, який працює на частоті хвилі  $f_0=10$  МГц, тобто на довжині хвилі  $\lambda=3$  см. Візьмімо, наприклад, першу просторову гармоніку, тобто  $m=1$ . При цьому лінійна швидкість поверхні барабана становитиме

$$V_1 = 2\pi R N = 6,28 \cdot 0,15 \cdot 1200 \cdot 60 = 67,824 \text{ км/год.}$$

Цій швидкості відповідає доплерівський зсув частоти

$$F = (2\pi/\lambda) \cdot R \cdot N \cdot m = (6,28/3) \cdot 15 \cdot 20$$

який перетворюється на швидкість руху об'єкта, що імітують, і видається на дисплеї вимірювача у числовому вигляді швидкості руху

$$V_2 = V_1 \pm \Delta V = (67,824 \pm 0,304) \text{ км/год.}$$

Обчислюємо систематичну похибку вимірювання, за якою градуують вимірювач швидкості

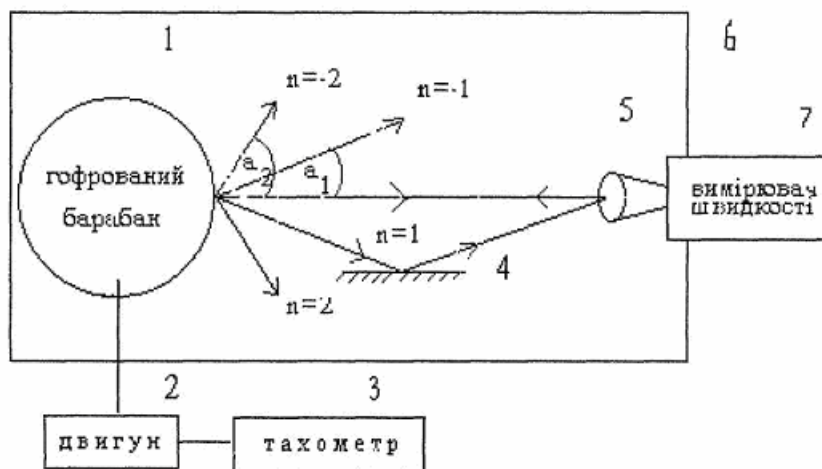
$$\Delta V = |V_1 - V_2| = 0,304 \text{ км/год.}$$

При цьому, відносна похибка градування не перевищує 0,4%, що істотно менше ніж у прототипі.

Практична реалізація винаходу показала, що запропонований спосіб та пристрій для градування автомобільних радарів має такі науково-технічні переваги:

дозволяє суттєво підняти точність градування вимірювачів швидкості;

дозволяє розширити діапазон градування дистанційних вимірювачів швидкості в субміліметрову та інфрачервону частину спектра.



Фіг. 1