

Винахід відноситься до вимірювальної техніки НВЧ і може бути використаний у ватметрах прохідної потужності й мультиметрах для контролю потужних передавальних трактів круглого поперечного перерізу в метровому, дециметровому і сантиметровому діапазонах хвиль, тобто виміру в "гарячому режимі" падаючої, відбитої й прохідної потужності, модуля і фази коефіцієнта відбиття навантаження в різних радіоелектронних системах: радіолокаційних, радіонавігаційних зв'язних і радіотелевізійних станціях, прискорювачах заряджених часток, установках НВЧ нагрівання й сушіння, в метрологічних лабораторіях.

Відомий серійний термопарний напівпровідниковий датчик /ст. Измерения в электронике; справочник /В.А. Кузнецов, В.А. Долгов. В.М. Коневских и др.; Под ред. В.А. Кузнецова.: Энергоатомиздат, 1987. - 512с. ил. сс.142-147,167-168, 178/.

Датчик являє собою вмонтовану через подовжувач в циліндричний корпус із зовнішньою різьбою об'ємну циліндричну одиночну термопару з нанесеним на її торець елементом, що поглинає електромагнітну енергію, у вигляді феррооксидного шару. При вгвинчуванні датчика в стінку хвилеводу елемент, що поглинає, поринає в його порожнину й нагрівається. Різниця температур між шаром, що поглинає, і корпусом датчика спричиняє виникнення в об'ємній напівпровідниковій термопарі термоелектрорушійна сили, що пропорційна потужності НВЧ у цьому перерізі хвилеводу або коаксіального тракту, де встановлений датчик.

Для підвищення чутливості датчик вгвинчують глибше в порожнину хвилеводу, при цьому неоднорідність і відбиття від неї збільшуються, що, зрештою, приводить до електричного пробоя в тракті.

При надвеликих рівнях прохідної потужності занурений у порожнину передавального тракту елемент датчика, що поглинає, перегрівається й виходить із ладу (руйнується й згорає). У цьому випадку для виміру надвеликих рівнів прохідної потужності датчик вигвинчують із порожнини тракту настільки, що його елемент, який поглинає, перебуває за межами тракту й на нього впливає тільки незначна частина потужності, яка відводиться через круглий отвір зв'язки, що утворився в стінці, що у свою чергу це є неоднорідністю, яка знижує електричну міцність тракту, робочий динамічний діапазон не перевищує 10 дБ та обмежується: зверху - появою нелінійності й руйнуванням при перегріві, знизу - тепловими шумами.

Термопарні датчики такого типу мають низьку чутливість, незначні динамічний і частотний діапазони, недостатню швидкодію й, саме головне, низьку електричну міцність, тому що являють собою неоднорідність у порожнині лінії передачі.

Найбільш близьким за сукупністю конструктивних ознак і функціональному призначенню, у тому числі за способом виготовлення, є датчик прохідної потужності НВЧ Волкова (патент України №29881, МПК G 21/06 опубл. у Б. №5 15.06.2001р.).

Датчик Волкова являє собою металевий циліндричний корпус із зовнішньою різьбою і з елементом, що поглинає, у вигляді плоскої металевої пластини, прикріпленої до робочого торця корпуса, і плоскої плівкової батареї диференціальних градієнтних термопар, гарячі спаї яких розташовані в області центра кільця, а холодні - в області його периферії, до центра елемента приєднаний провідник для калібрування. Датчик вгвинчується в стінку хвилеводу таким чином, що його торцева площа, тобто площа поглинаючої пластини, збігається із внутрішньою площиною стінки хвилеводу. Так звана установка "врівень" фіксується контргайкою і забезпечує високу електричну міцність датчика, тобто мінімум неоднорідності, що вноситься у хвилевідний тракт.

Завдяки тому, що батарея термопар мікроплівкова, а елемент, що поглинає, представляє тонку металеву пластину з фольги, датчик має значно меншу масу (на порядок і більше), чим в об'ємній термопарі й відповідно меншу теплоємність, що забезпечує високу швидкодію. Прикріплення елемента, що поглинає, до робочого торця корпуса й закріплення його на хвилеводі за допомогою нарізного сполучення й контргайки забезпечує гарний теплообмін із хвилеводом і відповідно високу теплову міцність.

Висока чутливість забезпечується більшою кількістю (30-50 і більше) термопар у батареї, тому немає необхідності домагатися високої температури елемента, що поглинає, при якій може відбутися його руйнування (згоряння). Швидкодія датчика в кілька разів вище, ніж в об'ємних термопарах і становить порядку 5 секунд при використанні як стінки, що поглинає, константанової або ніхромової фольги.

Датчики Волкова є універсальними й однаковими по конструкції для всіх прямокутних регулярних хвилеводів, взаємозамінними й мають кожен "свій" паспортизуємі значення коефіцієнта перетворення (чутливості) для кожного зі стандартних перерізів хвилеводів, що визначається при їхньому виробництві й градуванні.

Однак його недоліком є те, що при вгвинчуванні в зовнішній провідник коаксіальної лінії або в стінку круглого хвилеводу датчик Волкова, що має циліндричну форму із плоским торцем, створює значну неоднорідність, що знижує електричну міцність лінії передачі і вносячи у неї непогодження, особливо в короткохвильових діапазонах частот, коли розміри поперечного перерізу лінії передачі порівнянні з довжиною хвилі.

Технічною задачею винаходу є підвищення електричної міцності за рахунок виконання такої форми робочого торця датчика з чутливим елементом, щоб він вписувався в робочу поверхню хвилеводу і був її частиною.

Ця задача вирішена таким чином. У квазіточковому датчику прохідної потужності НВЧ великих рівнів для коаксіальних і круглих хвилеводів, що містить як робочу поверхню стінку (елемент), що поглинає, відповідно до винаходу, робочий торець корпуса датчика з нанесеним на нього чутливим елементом утворює єдине ціле з формою поверхні зовнішнього провідника або круглого хвилеводу і є частиною його профілю. По-перше, робочий торець корпуса датчика виконують таким чином, що б його форма в точності повторювала форму частини внутрішньої поверхні зовнішнього провідника коаксіальної лінії або стінки круглого хвилеводу; по-друге, його довжину зменшують на товщину елемента, що поглинає (стінки, що поглинає), який згодом прикріплюють до нього; по-третє, на зовнішню, стосовно порожнини хвилеводу, поверхню стінки, що поглинає, встановлюють плівкову батарею термопар круглої форми. На відміну від плоскої батареї термопар у прототипі, що може бути напилина на слюдяну підкладку, у нашому пристрої батарея термопар напилюється на гнучку поліамідну плівку, що забезпечує добрий тепловий контакт термопар з поглинаючою стінкою.

На фіг. 1 наведена конструкція датчика прохідної потужності встановленого в стінку круглого хвилеводу.

На фіг. 2 фото експериментального зразка з коаксіальної лінії зі стандартним перерізом 7х3 мм.

Працює датчик таким чином. Відрізок коаксіального або круглого хвилеводу із приєднувальними роз'ємами або фланцями і з датчиком, який установлено на ньому, включають в контрольований передавальний тракт. При проходженні електромагнітної хвилі всередині нього, поверхневі струми НВЧ через наявність дисипативних витрат на торці датчика, більших, ніж на інших ділянках лінії передачі нагрівають його, причому центр датчика нагрівається сильніше, ніж його периферія. Батарея плоских плівкових напівпровідникових термопар (30-50 і більше штук), що з'єднані послідовно, круглої форми виробляє електричний сигнал, що подається на НЧ рознімання і пропорційний квадрату поля або потужності в перерізі лінії передачі, що (на фіг. 1 Тг) відповідає розташуванню центра датчика. Гарячі спай батареї розташовані в області центра, а холодні (на фіг. 1 Тх) - в області периферії, зовнішньої стосовно порожнїти хвилеводу й внутрішньої стосовно корпусу датчика поверхні його поглинаючого елемента.

Цей пристрій вимагає свого способу виготовлення. Найбільш близькими до пропонованого способу є різьбова й безрізбова установки з роздільним здійсненням корпусу датчика і посадочного гнізда під нього в стінці хвилеводу (як у прототипі по пристрою).

Роздільне виготовлення корпусу датчика з необхідним заокругленням торця відповідно до профілю внутрішньої поверхні зовнішнього провідника і самого зовнішнього провідника не може забезпечити збіг внутрішнього профілю зовнішнього провідника із профілем датчика чому, що початок зовнішньої різьби корпусу датчика і різьби посадочного гнізда під нього не прив'язані друг до друга й "підгвинчування" не може цього забезпечити. По цій же причині важко забезпечити невідображаюче положення датчика шляхом його безрізбової установки по типу поршня в циліндрі з наступним затиском, а головне, не забезпечуються необхідні електричний і тепловий контакти периметра торця корпусу датчика з лінією передачі. Це не дозволяє використати датчик на великих і надвеликих рівнях потужності.

Технічною задачею винаходу є виконання операцій виготовлення знімного датчика таким способом, при якому виключається можливість створення згаданої неоднорідності, тобто підвищення електротехнічної й теплової міцності передавального тракту й підвищення точності вимірів. Ця задача вирішена таким чином. У способі виготовлення квазіточкового датчика прохідної потужності НВЧ великих рівнів для коаксіальних і круглих хвилеводів, який включає вгвинчування торця датчика в стінку хвилеводу згідно винаходу попередньо виготовлений корпус датчика вгвинчують перпендикулярно осі лінії передачі щільно до упору в заготівлю зовнішнього провідника коаксіального або круглого хвилеводу із плоским посадочним місцем після чого в ньому за допомогою свердління (або іншим способом) виконують стандартний отвір по діаметру хвилеводу з необхідною і палкістю поверхні, потім робочий торець корпусу датчика механічно зменшують на товщину поглинаючої стінки (елемента), що прикріплюється до нього згодом.

На фіг. 3 пояснюється запропонований спосіб.

На фіг. 3а - показана заготівля під зовнішній провідниковий коаксіальний лінію; на 3б - корпус датчика; на 3в - корпус датчика, вгвинчений у заготівлю; на 3г - корпус датчика зі стандартною порожниною коаксіальної лінії; на 3д - укорочений датчик з поглинаючою стінкою; на 3е - датчик у зборі на коаксіальній лінії.

Попередньо виготовлений циліндричний корпус датчика (фіг. 3б) із зовнішньою дрібною різьбою вгвинчується перпендикулярно осі лінії передачі щільно до упору в заготівлю зовнішнього провідника коаксіального або круглого хвилеводу (фіг. 3а) із плоским посадочним місцем і дрібною різьбою під нього, після чого в ньому за допомогою свердління або іншою способом виконують стандартний поздовжній отвір з необхідною гладкістю по поверхні. Тепер робочий торець корпусу датчика буде мати форм внутрішньої поверхні зовнішнього провідника коаксіальної лінії або круглого хвилеводу при будь-якій вигвинчуванні й зворотному вгвинчуванні датчик буде займати те саме невідображаюче положення з погляду поширення електромагнітних хвиль. Далі робочий торець корпусу механічно зменшується на товщину елемента, що поглинає (стінки, що поглинає), який прикріплюється до нього згодом, з припоєм у випадку, якщо він припаюється, або без припою, якщо він прикріплюється методом термокомпресії - це незначне зменшення виробляється шляхом притирання на циліндричному стрижні із дрібною шкуркою (нульовкою) і пастою ГОЕ діаметром, рівним стандартному перерізу коаксіала або хвилеводу.

Після виконання зазначених технологічних операцій виробляється дозбірка датчика: установлюється батарея термопар, калібратор, низькочастотний (НЧ) роз'єм, а у відрізу коаксіальної лінії круглого хвилеводу прикріплюються по обидва боки стандартні фланці або спеціальні приєднувальні роз'єми з діелектричними шайбами й центральний провідник.

Якщо для контролю прохідної потужності й навантаження потрібна установка декількох датчиків, наприклад, при побудові мнгозондових мікрохвильових мультиметрів, технологія виробництва аналогічна, тобто кілька корпусів датчиків вгвинчуються в корпус зовнішнього провідника коаксіала або круглого хвилеводу, виконується в ньому внутрішня порожнина й т.д.

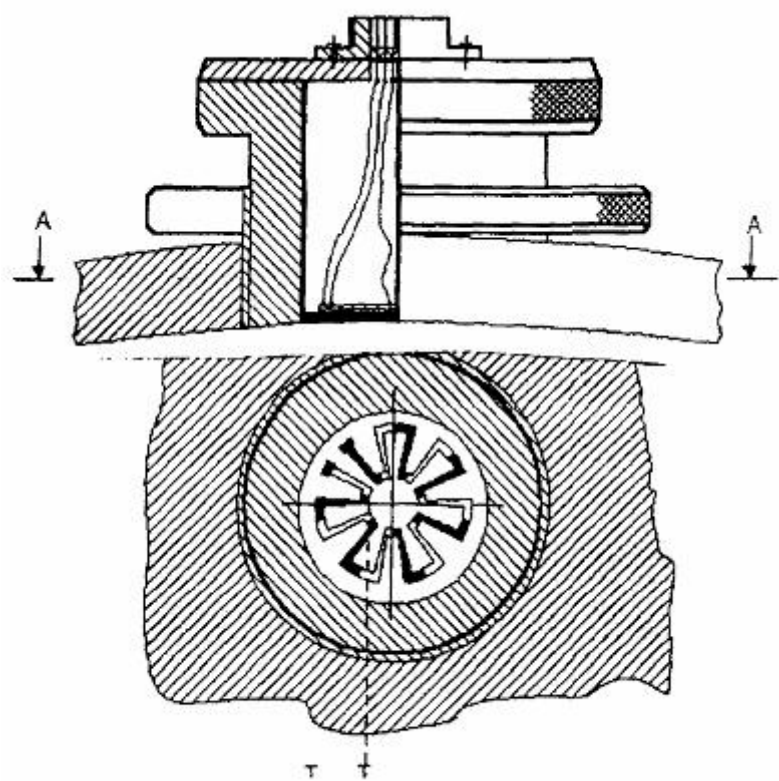


Fig. 1

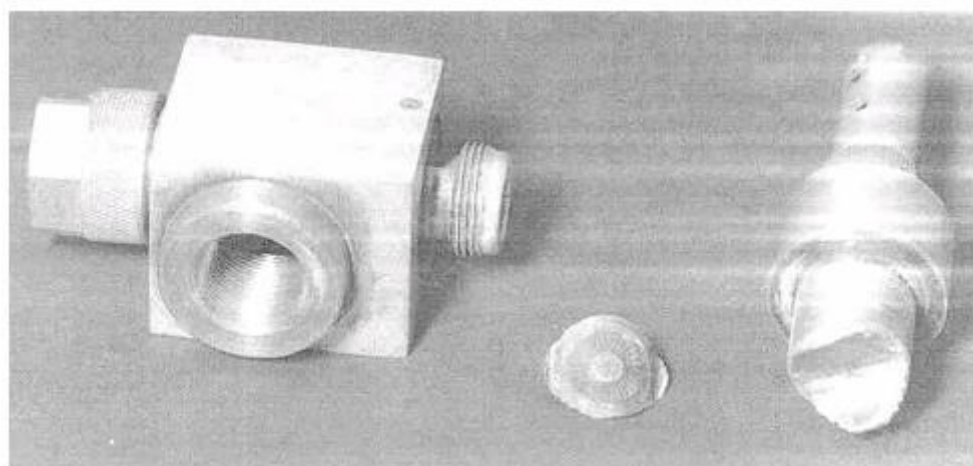
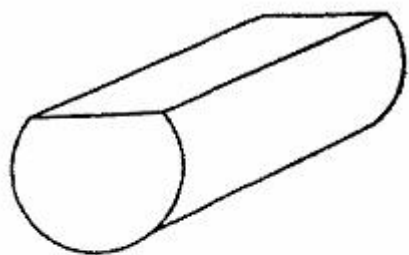


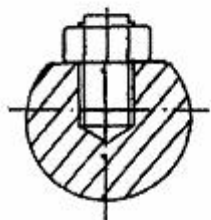
Fig. 2



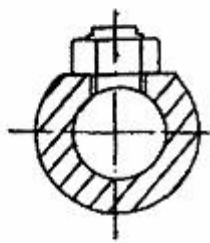
а



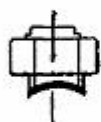
б



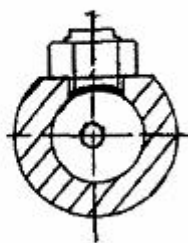
в



г



д



е

Fig. 3