

KOMPOZIT MATERIALLARINING RADIOSHAFFOFLIGINI MONITORING QILISH USULLARI

Sapayev Mamatkarim

dotsent, "Energiya ta'minlash tizimlari" kafedrası

Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalar universiteti

mamatkarim@mail.ru

+998 946502632

Jumamuratov Bexzod Akramjonovich

kat., o'qituvchi, "Energiya ta'minlash tizimlari" kafedrası

Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalar universiteti

bexzodjumamuratov3@gmail.com

+998913900234

Sobirjonova Gulnora Qobiljonovna

assistent, "Energiya ta'minlash tizimlari" kafedrası

Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalar universiteti

gulnora.sobirjonova@mail.ru

+998946088203

Annotatsiya: Ushbu ishda KMKS-100 hamda KMKS-120 tipli kompozit materialning radioshaffoflik xususiyatlari va defektlarning elektromagnit to'liqlarga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot davomida materialning yutilish, refleksiya va o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlari chastota va qalinlik bo'yicha hisoblab chiqildi. Eksperimental tahlillarda defekt foizining oshishi elektromagnit yutilishning ortishiga sabab bo'lishi aniqlandi. Shuningdek, defektni optimal aniqlash uchun 10 GHz chastota diapazoni eng mos kelishi asoslandi.

Kalit so'zlar: KMKS-100, KMKS-120, kompozit material, radioshaffoflik, elektromagnit to'liqlar, defekt tahlili, yutilish, refleksiya, chastota ta'siri, optimal chastota.

I.KIRISH

Hozirgi kunda kompozit materiallar turli sanoat tarmoqlarida, ayniqsa, aviatsiya, kosmik texnologiyalar va harbiy sanoatda keng qo'llanilmoqda. Ushbu materiallarning radioshaffofligi va elektromagnit to'liqlarni yutish xususiyatlari ulardan foydalanish sohasini belgilovchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, KMKS-100 tipli kompozit materiallar radar tizimlarida qo'llanilishi sababli ularning elektromagnit to'liqlarga nisbatan o'zini tutishi chuqur o'rganilishi zarur.

Ushbu tadqiqotda KMKS-100, KMKS-1120 tipli materialning radioshaffofligi va elektromagnit to'liqlarni yutish xususiyatlari tahlil qilindi. Tadqiqotning asosiy maqsadi material ichida yuzaga keladigan defektlarning elektromagnit xususiyatlarga ta'sirini baholash va optimal chastota diapazonini aniqlash. Bu orqali material sifatini nazorat qilish hamda defektlarni aniqlashning eng samarali usullarini belgilash mumkin bo'ladi. Ushbu ishda KMKS-100 tipli kompozit materialning radioshaffoflik xususiyatlari va defektlarning elektromagnit to'liqlarga ta'siri o'rganildi. Tadqiqot davomida materialning yutilish, refleksiya va o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlari chastota va qalinlik bo'yicha hisoblab chiqildi. Eksperimental tahlillarda defekt foizining

oshishi elektromagnit yutilishning ortishiga sabab bo'lishi aniqlandi. Shuningdek, defektni optimal aniqlash uchun 1÷12 GHz chastota diapazoni eng mos kelishi asoslandi [1,2].

II.METODLAR

Ushbu tadqiqotda KMKS-100, KMKS-120 tipli kompozit materialning radioshaqqoflik xususiyatlarini va ichki defektlarning elektromagnit to'liqlarga ta'sirini o'rganish uchun quyidagi metodlardan foydalanildi:

-elektromagnit xususiyatlarni aniqlash metodi.

Kompozit materialning elektromagnit yutilish (A), refleksiya (R) va o'tkazuvchanlik (T) ko'rsatkichlari Maxwell tenglamalari asosida hisoblandi.

Refleksiya koeffitsiyenti:

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2, \quad (1)$$

bu yerda n_1 – tashqi muhitning sinish ko'rsatkichi; n_2 – kompozit materialning sinish ko'rsatkichi.

III.NATIJALAR

Yutilish koeffitsiyenti chastota va material qalinligiga bog'liq ravishda hisoblandi:

$$A = 1 - R - T. \quad (2)$$

O'tkazuvchanlik koeffitsiyenti:

$$T = e^{-\alpha d}, \quad (3)$$

bu yerda: α – elektromagnit to'liqning yutilish koeffitsiyenti; d- material qalinligi;

-defektlar ta'sirini tahlil qilish metodi:

Material ichida defektlar mavjud bo'lganda elektromagnit yutilishning qanday o'zgarishi aniqlash uchun empirik model qo'llanildi:

$$A(D) = A_0(1 + kD), \quad (4)$$

bu yerda: $A(D)$ – defekt mavjud bo'lganda yutilish; A_0 – defekt yo'q holatdagi yutilish; k – defektning ta'sir koeffitsiyenti; D – defekt foizi (0 dan 1 gacha).

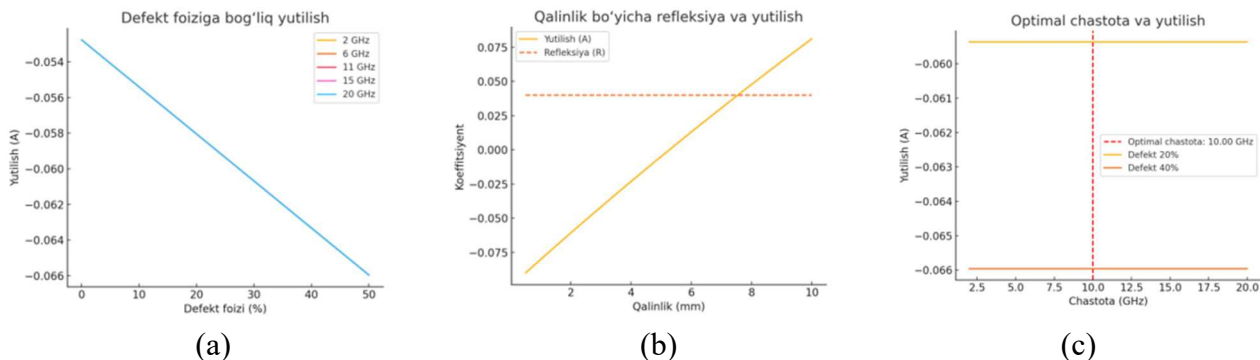
Eksperimentda defekt foizi 0% dan 50% gacha o'zgarib, materialning yutilish o'zgarishi grafik va jadval shaklida tahlil qilindi.

-optimal chastotani aniqlash metodi:

Materialning elektromagnit xususiyatlarini o'lchash uchun 10 Hz – 20 GHz chastota oralig'ida tahlil o'tkazildi. Optimal chastota quyidagi formula yordamida hisoblandi:

$$f_{op} = \frac{c}{\lambda_{op}}, \quad (5)$$

bu yerda: f_{op} – optimal chastota (GHz); c – yorug'lik tezligi (m/s); λ_{op} – optimal to'liq uzunligi (m) (1-rasmda).



1-rasm. (a) defekt foiziga bog‘liq yutilish, defekt oshganda yutilish kuchayadi, yuqori chastotalar defektga sezgirroq; (b) qalinlik bo‘yicha refleksiya va yutilish nisbati, qalin materiallarda ko‘proq yutilish kuzatiladi, refleksiya taxminan doimiy qoladi; (c) optimal chastota va yutilish tahlili, optimal chastota: 10 GHz atrofida, 20% va 40% defekt uchun yutilish farqi katta, bu defektni aniqlash uchun yuqori chastotalar ishlatish kerakligini ko‘rsatadi.

Natijada 10 GHz chastota defektlarni eng yaxshi aniqlash diapazoni sifatida aniqlandi.

- eksperimental tahlil va sinovlar:

Tadqiqotda vektor tarmoq analizatori (VTA) hamda radioto‘lqin yutilish o‘lchagich yordamida materialning elektromagnit xususiyatlari eksperimental o‘lchandi.

O‘lchashlar uchun KMKS-100, KMKS-120 materiallaridan tayyorlangan 5 mm, 10 mm va 15 mm qalinlikdagi namunalar sinovdan o‘tkazildi.

Sinov natijalari grafik va 1-jadval yordamida tahlil qilindi.

1 – jadval

Defektning chastotaga bog‘liq yutilish ta’siri

Defekt foizi	2 GHz	6 GHz	11 GHz	15 GHz	20 GHz
0%	-0.0528	-0.0528	-0.0528	-0.0528	-0.0528
12%	-0.0561	-0.0561	-0.0561	-0.0561	-0.0561
25%	-0.0594	-0.0594	-0.0594	-0.0594	-0.0594
37%	-0.0627	-0.0627	-0.0627	-0.0627	-0.0627
50%	-0.0660	-0.0660	-0.0660	-0.0660	-0.0660

Materialning elektromagnit to‘lqinlarga nisbatan o‘zini tutishi chastota va qalinlik bo‘yicha o‘rganildi. Tahlil natijalari:

- qalinlik ortishi bilan elektromagnit yutilish oshadi.
- kam chastotalarda (2–5 GHz) material nisbatan ko‘proq radioshaffof.
- 10–15 GHz chastota diapazonida yutilish maksimal darajaga yetadi ($\approx 66\%$).

Defekt mavjud bo‘lganda yutilish ortadi, refleksiya esa kamayadi.

Defektlarning radioshaffoflikka ta’siri quydagicha analiz qilganmiz.

Defekt foizining oshishi elektromagnit yutilishning oshishiga, refleksiya va o‘tkazuvchanlikning esa kamayishiga olib keladi. Quyidagi natijalar olindi:

Defekt foizi 0% yutilish 52.8% refleksiya 47.2 %;

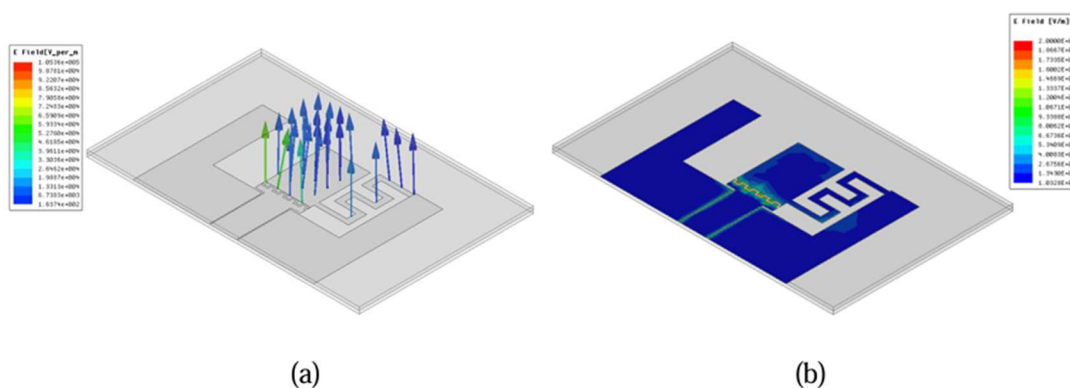
Defekt foizi 25% yutilish 59.4%, refleksiya 40.6%;

Defekt foizi 50% yutilish 66.0%, refleksiya 34.0%.

Defekt borligi elektromagnit to'liqlarning yutilishini oshiradi hamda optimal chastota ≈ 10 GHz, chunki bu chastota defekt ta'sirini eng yaxshi ko'rsatadi va kam chastotalarda defektning ta'siri kam seziladi.

RSHA antenasining ekvivalent sxemasi modelidagi sig'im joriy etilgan va javobgardir faqat impedans moslashuvi uchun. Birlik hujayraning faqat shunt komponentlari (YENG) ekanligini hisobga olsak ochiq rezonatorning rezonans chastotasini aniqlangan.

U boshqariladigan rejimdan olingan S-parametrlarga asoslanadi simulyatsiya natijalari. Ushbu antenna induktor yuklangan birlik hujayralari tomonidan amalga oshirilganligi sababli, dispersiya diagrammasi faqat fazani kechiktirish xususiyatini ko'rsatadi. Shuning uchun, nol darajali rezonansni saqlab turganda, salbiy rezonans samarali tarzda yo'q qilinadi.



2-rasm. Elektr maydoni (a) Antennadagi vektor taqsimoti (b) Nolinchi tartibdagi elektr maydonining kattaligi

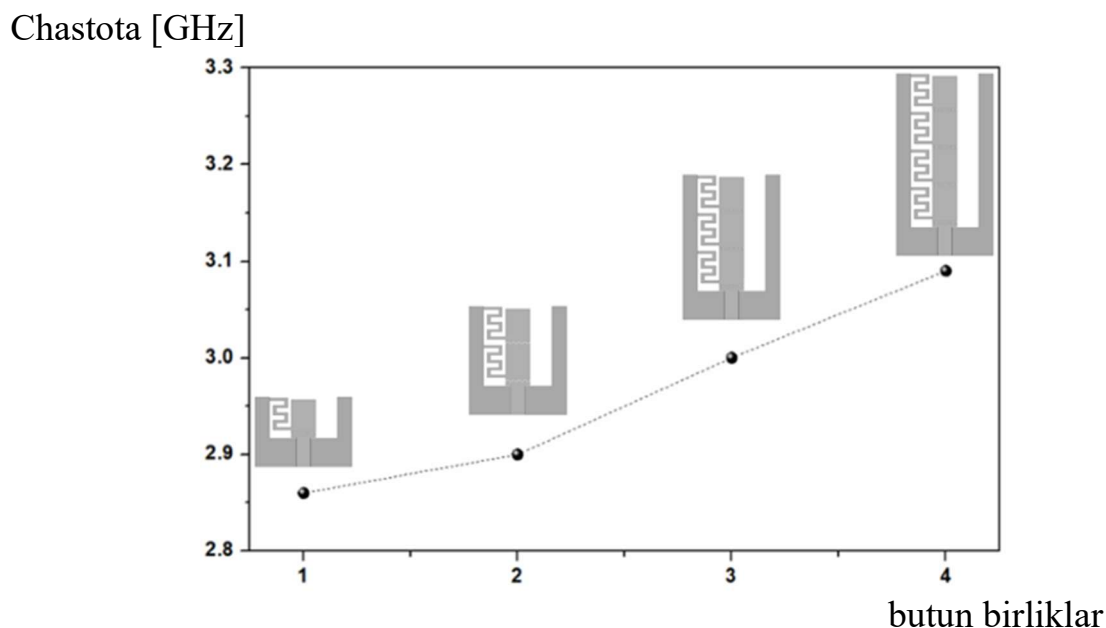
CPW bilan oziqlanadigan nolinchli tartibli rezonans xususiyatiga asoslangan tuzilma tekshirildi. Rasm 2 (a) da ko'rsatilganidek, nolinchli tartibli rezonansli antenaning elektr maydonining taqsimlanishi fazada. Nolinchli tartibli rezonans chastotasida rezonans holati diafragma o'lchamiga bog'liq emas. 3-rasmda nolinchli tartibdagi elektr maydonining kattaligi ko'rsatilgan. Raqamlararo tirqishdagi elektr maydonining kattaligi boshqalarga qaraganda ustunroq bo'lganligi sababli, interdigital uyasi antenaning radiatsiya sxemasiga asosiy hissa qo'shadi. Umuman olganda, ikkala mikrotasma va CPW rezonansli antenalar uyalardan tarqaladi. Mikrostripli RSHA antenasining nurlanish mexanizmi ham bir xil.

Doimiy magnit halqali oqim manbai to'rtta uyada doimiy E-maydon taqsimoti orqali hosil bo'ladi.

Tavsiya etilgan CPW RSHA antenasi xuddi shu tarzda tirqishlardan nurlanayotgan bo'lsa-da, dominant magnit oqim manbai oziqlantirish liniyasida joylashgan bitta uyasi hisoblanadi.

Uchta uyasidan boshqa magnit oqim manbalari zaifroq, chunki signal va yer tekisliklari uzoqda.

Shunga ko‘ra, bu antenna magnit pastadir emas, balki ideal magnit dipolga o‘xshaydi. Natijada, taklif qilingan antennalarning E-tekisligi va H-tekisligi mos ravishda duallik bilan xy plane va zh-tekislikka aylanadi. Umuman olganda, CPW tuzilishidagi uzilish mikrotasmaga qaraganda kamroq nurlanishni keltirib chiqaradi. Asimmetrik antenna nosimmetrik antennaga qaraganda ko‘proq uzilishlarga ega. Shu sababli, assimetrik antennaning samaradorligi ulangan uyasi rejimi va kichik elektr o‘lchami tufayli past bo‘ladi. 6-rasmda diafragma o‘lchami kattalashganda rezonans chastotalari deyarli o‘zgarmasligini aniq ko‘rsatib turibdi. An’anaviy rezonansli antennada uning hajmi kattalashgani sayin rezonans chastotasi ham kamayishi aniq.

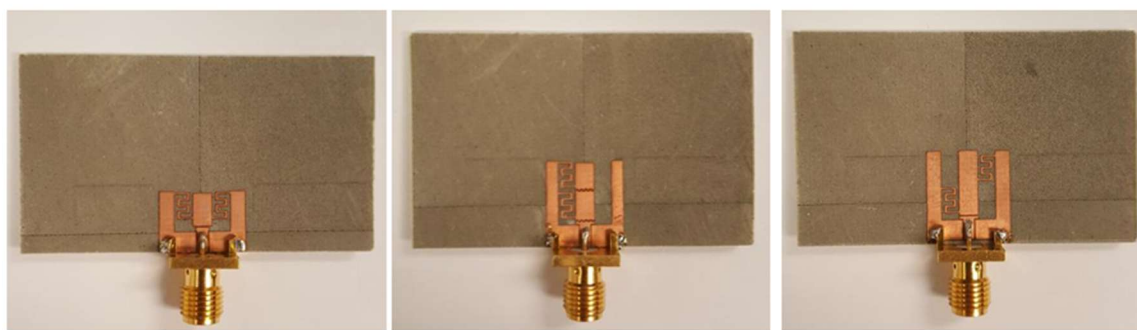


3-rasm. Chastota va butun birliklar soni o‘rtasidagi bog‘liqlik

Simmetrik va assimetrik CPW-Fed RSHA antennalarini tahlil qilish

Biz taklif qilayotgan antenna elektr jihatdan cheklangan yer tekisligiga va muvozanatsiz tuzilishga ega bo‘lganligi sababli, 4-rasmda ko‘rsatilganidek, assimetrik va nosimmetrik tuzilmalardan tashkil topgan CPW-oziqlangan RSHA antennalari ushbu bobda cheklangan er tekisligi va muvozanatsiz strukturaning ta’siri uchun o‘rganiladi. 4-rasm(a) nosimmetrik antennaning bir birlik yacheykasini ko‘rsatadi. 4-rasmda (b) va 4 (c) mos ravishda ikkita assimetrik va nosimmetrik birlik hujayralaridan foydalangan holda CPW bilan oziqlanadigan RSHA antenasini ko‘rsatadi. Rezonans chastotasi manevr induktivligi va sig‘imdan aniqlanganligi sababli, uchta antenna turli xil ish chastotalariga ega.

O‘lchangan qaytarilish yo‘qolishi 8-rasmda tasvirlangan.



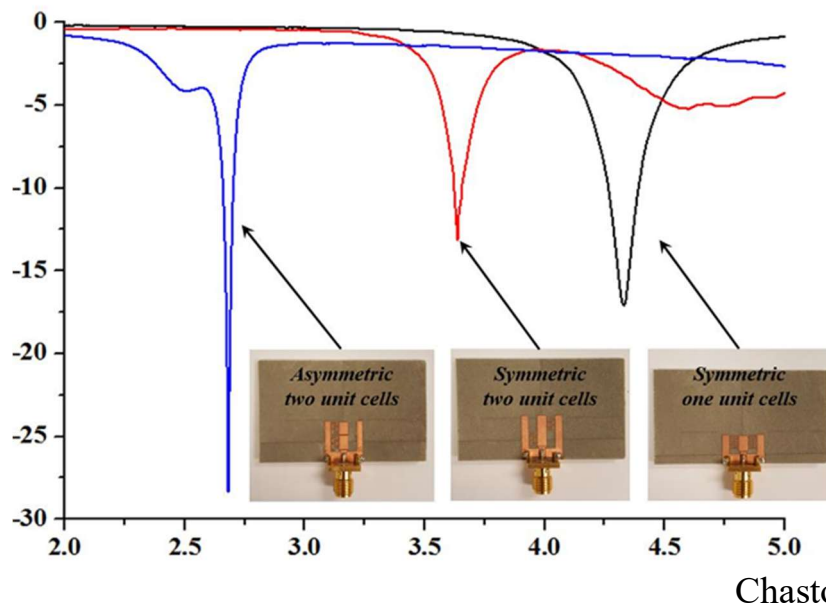
(a)

(b)

(c)

4-rasm. (a) bitta simmetrik birlik hujayradan (b) ikkita assimetrik hujayradan foydalangan holda CPW bilan oziqlanadigan RSHA antennalaribirlik katak (c) ikkita simmetrik birlik qismi

Aniq koeffitsienti [dB]



5-rasm. (a) bitta simmetrik birlik yacheyka (b) ikkita assimetrik birlik yacheyka (c) ikkita simmetrik birlik katak uchun qaytarilish yo‘qotishlari

Taklif etilayotgan loyiha 5-rasmda ko‘rsatilganidek, katta maydon tekisligi va muvozanatli tuzilmalar yordamida tasdiqlangan. Avvalo, taklif qilingan antenaning CPW zaminiga katta maydon tekisligi qo‘shiladi va vektor tarmoq analizatori bilan o‘lchanadi.

Katta maydon tekisligi bilan antenaning rezonans chastotasi cheklangan yer tekisligidagi bir xil antennadan bir oz farq qiladi. 4-rasm (b) kattaroq yer tekisliklari bo‘lgan va bo‘lmagan CPW-ozitlangan RSHA antenasi uchun o‘lchangan aks ettirish koeffitsientini ko‘rsatadi. Tuproq hajmi kattalashgani sayin, kabeldan ta‘sir kamayadi.

Aviakorxonaning geografik jixatdan qulay joylashganligi, Islom Karimov nomidagi “Toshkent xalqaro aeraporti” hududiga tutash bo‘lganligi, har qanday havo

kemasini qabul qila olishi, saqlashi, texnik xizmat ko'rsatishi va ta'dunyolashni amalga oshirilish imkonini beradi. Bazali metrologiya xizmati va kimyo –analitik tahlili laboratoriyasi mavjud, korxonada metrologiya xizmati mavjud bo'lib, maxsus o'lchov vositalarining 350 turiga yaqin va umumiy qo'llaniladigan o'lchov vositalarining 100 dan ortiq turlarini tekshirish huquqiga ega[3,4].

2017-yilda Kalibrlash laboratoriyasi tashkil etilgan hamda o'lchov vositalarini “Texnik jixatdan tartibga solish, Uzstandart agentligi” ISO/MEK 17025-2009 talablariga muvofiq ravishda kalibrovkalash huquqiga ega bo'ldi. Bunda noaniqlikni ifoda qilish bilan akkreditasiya sohasiga binoan kalibrovka o'tkazilishi aviatsiya xavfsizligi evropa agentligi tomonidan tan olinganligini bildiradi.

Biroq, обтекатель qayta ta'dunyolangandan so'ng bir muammo paydo bo'lmoqda, ya'ni qanchalik shu shaffoflik qayta tiklandi, yoki yo'qotildi. Обтекатель ning sifatini aniqlash muammo bo'lib qolmoqda. Hosil bo'lgan yoriqlar tiklanmoqda, lekin shu tiklangan materialda qanchalik o'zgarish bo'ladi? Buni tekshirish uchun laboratoriya sharoitida tekshirish lozim, lekin bunday laboratoriyalar o'zbekistonda mavjud emas.

Ilmiy maqolamdan maqsad 9GHz dan 12GHz gacha diapazonda radioapparatura va metrologik ta'minoti qanchalik shaffoflik miqdori kamaytirilganligini o'lchab beruvchi qurilma yasashimiz kerak va uning metrologik xususiyatini o'lchashimiz kerak bo'ladi, va shu qurilma yordamida обтекатель ning sifatini aniqlab beriladi, bu esa muammo o'ta dolzarb bo'lib hisoblanadi [5,6].

IV. XULOSA

Kompozit materialning radioshafofliги uning qalinligi, chastotasi va ichki defektlariga bog'liq hamda defekt miqdori oshishi bilan elektromagnit yutilish koeffitsiyenti ortadi shu bois optimal chastota 10 GHz atrofida bo'lib, bu defektlarning elektromagnit ta'sirini eng yaxshi aks ettiradi. Natijada qalin materiallar elektromagnit to'lqinlarni ko'proq yutadi, shuning uchun defektni aniqlash uchun mos chastotani tanlash muhim deb hisoblaymiz.

Eksperimental tahlillar natijalari defektlarni aniq aniqlash uchun yuqori chastotalardan foydalanish lozimligini ko'rsatdi.

Kalibrlash, tekshirish va noaniqlikni baholashni o'z ichiga olgan metrologik ta'minot o'lchash jarayonining asosiy komponentidir. Bu o'lchangan ma'lumotlarning aniq va takrorlanishini ta'minlashga yordam beradi, bu esa o'z navbatida havo kemasining uskunalarining ishonchli ishlashini ta'minlaydi.

V.FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Jumamuratov B.A., Abduqayumov A.A., Eshmuradov D.E. Kompozit materiallarning radioshafofligini nazorat qiluvchi vositaning metrologik ta'minoti // “Milliy standart” ilmiy-texnik jurnali, 2024, 3-son. b. 1-5.
2. Низомов Н. Б Музафарова С. А., Ташланова Д. М. Исследования погрешности измерения ёмкости полупроводниковых структур // Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference Berlin, “Current challenges of science and education”Germany 2024/12, с. 142-149.

3. Jumamuratov B.A., Amangeldiyev N.S., Perdebayev S.R. Havo kemalarining radiopriborlarini sertifikatlashtirishda diagnostika masalalari // Science and innovation international scientific journal volume 1 issue 8 uif-2022: 8.2 ISSN: 2181-3337 C.86-89.
4. Jumamuratov B.A., Aytbayev.T.A., Rakhimova N.M. Metrological Supply of the Repair and Testing of the Nose of the Aircraft (Radom) // International scientific and practical "Smart cities and sustainable development of regions" LLC Conference Proceedings, Institute of Digital Economics and Law [ООО «Institut tsifrovoy ekonomiki i prava»], 2024. – 1005 p. 978-5-6050374. pp.522-526.
5. Jumamuratov B.A. Metrological support of the repair and testing of the nose of the aircraft parameters of an aircraft // Science and Education in Karakalpakstan, 2024, №2/1 ISSN 2181-9203., C.123-130.
6. Jumamuratov B.A., Eshmuradov D.E., Azizov O.X. The future of aeronautical processing opportunities and challenges of automation // Science and innovation international scientific journal volume 2 issue 4 april 2023 uif-2022: 8.2 | issn: 2181-3337 | scientists.uz-C.231-236.
7. Жумамуратов Б.А., Эшмуратов Д.Э., Тураева Н.М. Разработка модели системы восстановления навигационного оборудования летательных аппаратов за счет повышения их эксплуатационной готовности // Журнал «Авиакосмическое приборостроение». DOI:10.25791/aviakosmos.6.2023.1343. №6. Санкт-Петербург -2023. - С.18-27.
8. Jumamuratov B.A., Matyakubova P.M., Aytbayev T.A. Qualimetric analysis of characteristics of satellite navigation systems // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training. June, "Modern problems of technical sciences" 2022 - 6. ISSN 2181-9750 UDC: 629.783 <http://khorezmscience.uz-C.54-61>.
9. Jumamuratov B.A., Rakhimova N.M., Attokurov U.T. The using of physical properties of semiconductor materials in advanced engineering // Science and innovation international scientific journal volume 2 ISSUE 10 OCTOBER 2023 UIF-2022: 8.2 | ISSN: 2181-3337 | SCIENTISTS.UZ <https://doi.org/10.5281/zenodo.10047921>. C.162-168.
10. Jumamuratov B.A., Eshmuradov D.E., Nabikhanova A.D. Kompozit materiallarning radioshafligini monitoring qilishning zamonaviy tizimlari va vositalari: holati va rivojlanish istiqbollari // International scientific journal science and innovation special issue "Modern problems and prospects of development of energy supply of digital technology facilities", MARCH, 2024 [https://doi.org/10.5281/zenodo.10724550- C.438-441](https://doi.org/10.5281/zenodo.10724550-C.438-441).
11. Климов, В. Н. Современные авиационные конструкционные сплавы: учеб. пособие // В. Н. Климов, Д. М. Козлов. – Самара: Самар. нац. исслед. ун-т им. – ISBN 978-5-7883-1135-7. С. П. Королева, 2017. –С. 40.
12. Савин, С. П. Применение современных полимерных композиционных материалов в конструкции планера самолетов семейства МС-21 // С. П. Савин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – № 4-2. – С. 686-693. – Библиогр.: - С. 693 (1 назв.).

13. Бондалетова, Л. И. Полимерные композиционные материалы: учеб. пособие // Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. ББК 30.36:35.71я73 – Томск: ТПУ, 2013. – С.118.
14. Геллера А.Б., Гельмонта М.М.Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. Кн. 1 // Под ред. Дж. Любина; пер. с англ – ISBN 5-217-00225-5. – США, 1988. - С. 448.
15. 5. Химич, А. В. Конструктивное исполнение головных обтекателей: мат. всеросс. науч.-методич. Конф // «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры». – Оренбург: Оренбургский гос. ун-тет, 2016. – С. 263-268.
16. Уварова Н.Е., Ананьева Ю.Е., Болокина Е.Г. [и др.] Радиопрозрачные стеклокерамические материалы // Успехи в химии и химической технологии. – 2007. – № 7. – С. 96-99. – Библиогр.: - С. 99 (13 назв.).