**2021-2023 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша жас ғалымдарды гранттық қаржыландыру жобасы туралы қысқаша ақпарат:**

**"Әскери ұшқышсыз ұшу аппараттары мен аэроғарыштық техника корпустары үшін жоғары беріктігі бар радиоөткізгіш композитті алудың отандық технологиясын әзірлеу"**

|  |  |
| --- | --- |
| Максаты | Негізгі сипаттамалары бар арамидті маталар негізінде органопластик алудың отандық технологиясын әзірлеу: диэлектрлік өткізгіштік ≤ 4 созылу беріктігі ≥ 700 МПа, қысу беріктігі ≥ 200 МПа, иілу беріктігі ≥ 300 МПа, соққы беріктігі ≥ 250 кДж/м2. |
| Өзектілігі | Бүгінгі таңда әскери мақсаттағы перспективты робототехникалық кешендердің бірі ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) болып табылады. ҰҰА негізіндегі көпфункционалды кешен жер бедерін және объектілерді бақылау, бейне, фото-түсірілім жүргізу, шағын габаритті жүктерді белгілі бір нүктеге тасымалдау және түсіру сияқты негізгі міндеттерді шеше алады. Әскери ұшақтардың мақсаты мен қолданылуы екі функцияға негізделген азаматтық ұшақтардан ерекшеленеді: барлау мақсаты және жауынгерлік зарядтың тасымалдаушысы болып табылады. Әскери ұшақтардың ерекшелігі-олардың жау радарларына көрінбеуі және командалық пунктпен ақпараттың тұрақты берілуін қамтамасыз ету. Осы мақсаттар үшін, ең алдымен, ұшқышсыз ұшу аппараттарының материалы радиоөткізгіштік қасиеттеріне ие болуы керек. Бұл талаптарға полимерлі композициялық материалдар (ПКМ) арасында органопластик толық жауап береді. |
| Күтілетін нәтижелер | Сипаттамалары бар тиімді компоненттері бар органопластикты алу әдісі эксперименталды түрде пысықталады: созылу беріктігі 700 МПа дейін, қысу беріктігі 200 МПа дейін иілу 300 МПа дейін. |
| Алынған нәтижелер | 2023 жылдың бірінші жарты жылдығында органопластиктің беріктік сипаттамаларын оңтайландыру жүргізілді. Бұрын 710 МПа созылу беріктігі, 260 МПа қысу беріктігі, 418 МПа иілу беріктігі және 475 кДж/м2 соққы беріктігі бойынша нәтижелерге қол жеткізілді.  Органопластиктің беріктік сипаттамаларын оңтайландыру мақсатында келесі технологиялық операциялар қолданылды:   1. Модификаторды араластыру. Эпоксидті шайырға ТКФ пластификаторын қосқанда, 1200 айн/мин жылдамдықпен 30 минут ішінде MSH-300 магниттік араластырғышпен қосымша өңдеу қолданылады. эпоксидті шайырдағы пластификатордың біркелкі таралуын қамтамасыз ету. 2. Қосымша басу арқылы вакуумдық инфузия әдісі. Сығымдау қысымы 5 Н/см2, бұл вакуумдық инфузия кезінде пайда болған ауа көпіршіктерін кетіруге мүмкіндік береді. 3. Термиялық өңдеу. Бұл операция материалдың құрылымы мен қасиеттерін өзгертуге, сондай-ақ үлгінің соңғы беріктігін жақсартуға көмектеседі. 4. Біріктірілген арматура. Біріктірілген арматура ретінде UHMWPE 200D маркалы ультра жоғары молекулалық политэтилен (УЖМПЭ) матасы пайдаланылды, бұл арматура органопластиканың беріктік сипаттамаларын едәуір жақсартуға мүмкіндік береді. УЖМПЭ негізіндегі жаңа жіптер жоғары беріктікке және төмен тығыздыққа ие. Сонымен қатар, мұндай жіптерге негізделген материалдар ылғалдың аз сіңуімен ерекшеленеді, соның арқасында пилотсыз аппараттардың мұздану қаупі және олардың корпустарының кейіннен жарылуы төмендейді. УЖМПЭ жіптері бар композициялық материалдар тербелістерге, соққыларға және әртүрлі химиялық заттардың әсеріне төзімді. УЖМПЭ матасы арамидті мата/ арамидті ровинг массасының 50% қатынасында күшейтілген.   Эпоксид шайырға 10% трикресилфосфат пластификаторын енгізу және арамидті мата/бір бағытты арамидті талшық массасының 50:50% арақатынасында АӨСШК матамен біріктірілген арматуралау кезінде органопластиканың механикалық сипаттамаларының нәтижелері органопластиканың беріктік сипаттамаларының шамалы төмендегенін көрсетті. Органопластиканың 706 МПа созылу беріктігі, 251 МПа беріктігі, 426 МПа иілу беріктігі және 491 кДж/м2 соққы беріктігі көрсеткіштеріне қол жеткізілді. Бұл құбылыс УЖМПЭ -нің беріктігі арамидті матаның беріктігінен 20% -ға аз екендігіне байланысты.  Материалдың радио мөлдірлігін оңтайландыру үшін материалды өндіру және пайдалану процесінде ықтимал көпіршіктерді мұқият өңдеуді және жоюды қамтамасыз ете отырып, ауа көпіршіктерінің болуын азайту ұсынылады. Ауа, көпіршіктер радиотолқындардың шағылысуына немесе шашырауына әкелуі мүмкін, бұл мөлдірліктің жоғалуына әкеледі.  Ауа көпіршіктерін азайту үшін қосымша престеу жүктемесі (5 Н/см2) пайдаланылды. Қосымша термиялық өңдеуді қолдану құрылымдық біртектілікке мүмкіндік береді. Біркелкі емес қыздыру немесе салқындату материалдың радио мөлдірлігіне әсер етуі мүмкін құрылымы мен құрамы әртүрлі аймақтарға әкелуі мүмкін.  УЖМПЭ матасымен біріктірілген арматура органопластиканың радио мөлдірлігін арттыруға мүмкіндік береді. SVMPE матасының маңызды ерекшеліктерінің бірі оның ультра жоғары жиілікті (микротолқынды) диапазондағы радио мөлдірлігі болып табылады, өйткені оның диэлектрлік шығыны шамамен 10-4 құрайды. Атап айтқанда, радиолокациялық аппаратураны климаттық және сыртқы әсерлерден (соққылардан, агрессивті орталардан) қорғайтын радиолокациялық мөлдір баспана жасау кезінде АӨСШК-ны пайдалану перспективалы болып табылады.  Органопластика үлгілерінің диэлектрлік өткізгіштігінің (ε) және радио мөлдірлігінің мәнін өлшеу үшін сәйкесінше 50 мм × 70 мм және А3 (297 мм x 420 мм) үлгілері жасалды.  Эксперименттердің нәтижелері бойынша 1÷4 ГГц диапазонында 0,851 дБ-ден 0,201 дБ-ге дейін, ал 4÷6 ГГц диапазонында 1,45 дБ-ден 0,314 дБ-ге дейін қуат жоғалуы төмендеді. Диэлектрлік өткізгіштіктің ε=2,825-тен ε=2,331-ге дейін төмендеуі.  Осылайша, ТКФ-мен модификацияланған арамидті мата / бір бағытты арамидті Мата және эпоксидті шайыр массасының 50:50% қатынасында УЖМПЭ матасымен біріктірілген арматураланған органопластика 94,3% радио мөлдірлігін көрсетті (1948 ж. гинкиннің Радиотехника жөніндегі анықтамалығы бойынша анықталған) 360-362 ББ http://ra6foo.qrz.ru/decibel.html), бұл 1-6 ГГц диапазонында радио толқындарының ең жақсы өтуін білдіреді. Бұл диапазонда ең көп таралған ұшқышсыз ұшу аппараттары бейне сигналдарын қабылдау және беру үшін қолданылады. Бұл құбылыс оңтайлы технологиялық операцияларды қолданумен және диэлектрлік өткізгіштігі ε = 2,1 болатын АӨСШК радио мөлдір материалын қолданумен байланысты. |
| Зерттеу тобының мүшелері идентификаторларымен (Scopus ID, Researcher ID, ORCID) және олардың профильдеріне сілтемелері | 1. Ермаханова А.М., PhD <https://orcid.org/>0000-0002-2145-5122  2. Кенжегулов А.К. PhD https://orcid.org/0000-0001-7001-2654, Scopus ID: 57210622996, WoS ID: AAD-1637-2020, https://scholar.google.ru/citations?user=umeQ\_s4AAAAJ&hl=ru  3. Мейірбеков М.Н. магистр <https://orcid.org/0000-0003-0434-9114>, Scopus ID: 57218282617, WoS ID: AAR-8975-2021  4. Байсериков Б.М**.** магистр |
| Жарияланымдар мен патенттер тізімі | 1. Ермаханова А.М., Исмаилов М.Б. Влияние углеродных наночастиц на механические свойства эпоксидной смолы//Труды международных сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана» – Алматы: КазНИТУ 2016, т.2, С. 582-587. 2. M.B. Ismailov, А.M. Yermakhanova. Carbon nanoparticles influence on mechanical properties of epoxide resin and carbon composite // Complex Use of Mineral Resources – Almaty, 2016. № 4. P.63-73. DOI: https://doi.org/10.31643/2018/166445 3. Ермаханова А.М. Углеродные наночастицы. Эффективное влияние на прочностные свойства эпоксидной смолы и углепластика//Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» – Алматы: КазНУ имени аль-Фараби. 2017. С.286.  4. Исмаилов М.Б., Забережный С.А., Ермаханова А.М. Разработка отечественных технологий производства углепластика и изделий из него//IV Международный семинар на тему «Современные космические технологии: опыт и перспективы» Астана, 21-22 ноября 2016.  5. М.B. Ismailov, А.M. Yermakhanova. Characterization of the epoxy resin and carbon fiber reinforced plastic stress-strain state by modified carbon nanotubes// Eurasian Chemico-Technological Journal, 2018,V.2, №2, p.137-145. DOI: <https://doi.org/10.18321/ectj698>  6. М.B. Ismailov, А.M. Yermakhanova. About the Mechanism of Stress-strain State of Epoxy Resin by Carbon Nanotubes//The 2017 International Conference on Energy and Development and environmental protection, Shanghai, 8-10th September, 2017, p.106-111. 7. Ермаханова А.М., Исмаилов М.Б. Влияние углеродных нанотрубок на процесс отверждения и прочность эпоксидной смолы// Комплексное использование минерального сырья – Алматы, 2018. № 4, С.105-115. DOI: https://doi.org/10.31643/2018/6445.36 8. Исмаилов М.Б., Мейірбеков М.Н., Магомедов Р.М., Алпысбай И.М., Байсериков Б.М., Ермаханова А.М., Мустафа Л.М. Способ получения углепластика космического назначения. Патент на полезную модель №2017/0632.2, бюл. - №25.  9. Ермаханова А.М., Исмаилов М.Б. Влияние углеродных нанотрубок на стадийность напряженно-деформированного состояния эпоксидной смолы//Материалы Международной практической интернет-конференции «Актуальные проблемы науки», 22 ноября 2018 г.  10. Ермаханова А.М., Исмаилов М.Б., Нелюб В.А. Влияние углеродных нанотрубок на упруго-прочностные свойства углепластика// X International Symposium “THE PHYSICS AND CHEMISTRY OF CARBON MATERIALS AND NANOENERGETIC MATERIALS" September 12-14, 2018 Almaty, Kazakhstan.  11. Mustafa L.M., Ismailov M.B., Yermakhanova A.M. The Effect of Carbon Fabrics Modification on the Strength of Carbon Fiber Reinforced Plastic// Complex Use of Mineral Resources, № 2 (309), 2019, p.68-75.  12. Мустафа Л.М., Исмаилов М.Б., Ермаханова А.М., Санин А.Ф. Исследование влияния пластификаторов и термопластов на механические свойства эпоксидной смолы и углепластика. (Обзор)//Комплексное использование минерального сырья.-Алматы, Институт металлургии и обогащения, 2019, № 4 (311), с.48-56. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.37>.  13. Мустафа Л.М., Исмаилов М.Б. Исследование методов модификации углеродной ткани с целью увеличения прочностных свойств углепластика. // Каз ҰЗУ Хабаршысы – Vestnik KazNRTU, 2019, №5 (135), с.72-75.  14. Мустафа Л.М., Исмаилов М.Б Исследование влияния пластификаторов на прочность и ударную вязкость углепластика//Международная научно-практическая конференция «Наука и инновации: новости, проблемы и достижения» 2-том - 29-30 апреля 2020 -Алматы.  15. Мейрбеков М.Н., Исмаилов М.Б. Влияние каучука на механические свойства эпоксидной смолы и углепластика//Complex Use of Mineral Resources, № 1 (312), 2020, p.11-21. DOI: 10.31643/2020/6445.02.  16. Meiirbekov M.N., Ismailov M.B., Manko T.A. The effect of the modification of an epoxy resin by liquid oligomers on the physical-mechanical properties of composites // Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii. – 2020. – Vol.3. – P. 122-127. DOI: 10.32434/0321-4095-2020-130-3-122-127.  17. Смағұлова Г.М., Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б., Аблакатов И.К. Эпоксид шайырын сұйық олигомерімен модификациялауды жүргізу. Международная научная конференция студентов и молодых ученых, «ФАРАБИ ӘЛЕМІ». Алматы. – 2019. – С. 172.  18. Забережный С.А., Исмаилов М.Б., Байсериков Б.М. Технология получения углепластиковых пластин. // Комплексное использование минерального сырья / Алматы, №3, 2016 – С.74-77.  19. Забережный С.А., Исмаилов М.Б., Байсериков Б.М. Исследование технологии получения углепластиковых пластин. В кн.: “The Physics Chemistry of Carbon Materials/Nanoengineering” and Conference “Nanoenergetic Materials and Nanoenergetics”, Алматы, 2016. - С.179-182.  20. Yermakhanova AM, Sanin A.F., Meiirbekov MN, Baiserikov BM. Investigation of dielectric and strength properties of organoplastics. Review. Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources. 2022;322(3):89-102. <https://doi.org/10.31643/2022/6445.33>  21. Yermakhanova AM, Baiserikov BM, Kenzhegulov AK, Meiirbekov MN, Zhumadilov BY. Study on methods to improve the mechanical properties of aramid/epoxy composites. Journal of Elastomers & Plastics. 2023; 55 (2):331-346. doi:[10.1177/00952443221147645](https://doi.org/10.1177/00952443221147645)  22. Yermakhanova А., Kenzhegulov А., Meiirbekov М., Samsonenko А. Baiserikov, B. Study of radio transparency and dielectric permittivity of glass- and aramid epoxy composites // Eurasian phys. tech. j. – 2023. [Vol. 20 № 2(44)](https://phtj.buketov.edu.kz/index.php/EPTJ/issue/view/18). – P. 70-78. |