

GRAFEN VA KARBON MATERIALLARI ARALASHMASIDAN FOYDALANIB, UCHISH APPARATLARINING FUZELYAJLARIDA QO‘LLASH

Nomozov Bekzod Abdiaziz o‘g‘li

Toshkent Davlat Transport Universiteti

Aviatsiya Transporti Muhandisligi “Aviatsiya Injineri” Kafedrasining

Mustaqil Izlanuvchisi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18654783>

Annotatsiya: Mazkur tezisdagi grafen va karbon asosidagi kompozit materiallarning havo transporti sohasida, ayniqsa, uchish apparatlarining fuzelyaj (korpus) qismlarida qo‘llanilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Yengil vazn, yuqori mustahkamlik va issiqlikka chidamlilik kabi fizik xususiyatlar tufayli bu materiallar aviatsiyada an‘anaviy metallarga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega. Tadqiqotda ushbu materiallar asosida yaratilgan aralashmalarni amaliyotga joriy etish usullari, ularning samaradorligi va istiqbollari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Grafen, karbon tolasi, kompozit material, aviatsiya, fuzelyaj, yengil konstruksiya, mustahkamlik, innovatsion texnologiya.

Аннотация. В данной диссертации рассмотрены возможности применения композитных материалов на основе графена и углерода в сфере воздушного транспорта, в частности в конструкциях фюзеляжа летательных аппаратов. Благодаря таким физическим свойствам, как малый вес, высокая прочность и термостойкость, данные материалы обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными металлами, используемыми в авиации. В исследовании освещены методы внедрения композиций, созданных на основе этих материалов, в практику, а также проанализированы их эффективность и перспективы применения.

Ключевые слова: графен, углеродное волокно, композиционный материал, авиация, фюзеляж, лёгкая конструкция, прочность, инновационные технологии.

Abstract. This thesis examines the potential application of graphene and carbon-based composite materials in the aviation industry, particularly in aircraft fuselage structures. Due to their physical properties such as low weight, high strength, and thermal resistance, these materials offer significant advantages over traditional metals used in aviation. The study discusses implementation methods of graphene-enhanced composites, evaluates their effectiveness, and analyzes future prospects.

Keywords: Graphene, carbon fiber, composite material, aviation, fuselage, lightweight structure, strength, innovative technology.

KIRISH

Aviatsiya sanoatida har doim materiallar og‘irligini kamaytirish va shu bilan yonilg‘i sarfini kamaytirish, tezlik va samaradorlikni oshirish asosiy maqsadlardan biri bo‘lib kelgan. An‘anaviy materiallar, masalan, alyuminiy va titanium qotishmalari ma‘lum darajada bu ehtiyojlarni qondirib kelgan bo‘lsa-da, so‘nggi yillarda ilg‘or nanomateriallar, xususan, grafen va karbon tolasidan tashkil topgan kompozitlar eng yangi(mustahkam) materiallar sifatida dunyoga tanilib bormoqda[1].

Grafen — bu karbon atomlaridan tashkil topgan, juda yupqa, ammo nihoyatda mustahkam va o‘tkazuvchan material bo‘lib, u o‘zining fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan boshqa ko‘plab materiallardan ustun turadi[2]. Karbon tolasi esa eng ko‘p qo‘llaniladigan engil

va mustahkam struktura materiali hisoblanadi [3]. Ularning kombinatsiyasi esa yangi avlod kompozitlarini yaratish imkonini beradi.

1. Grafen va karbon materiallarining xossalari

Grafen yagona atom qatlamidan iborat bo'lib, misdan 100 baravar elektr o'tkazuvchanroq, po'latdan esa 200 baravar mustahkamroq [1]. U shuningdek issiqlikni juda yaxshi o'tkazadi [2]. Bu xususiyatlar uni fuzelyaj qoplamalarida issiqlikni taqsimlash, elektromagnit nurlanishdan himoya qilish va struktura mustahkamligini ta'minlashda yuqori darajada o'z hissasini qo'shadi.

Karbon tolasi esa eng ko'p ishlatiladigan kompozit material bo'lib, yuqori mexanik bardoshlilikka ega, kimyoviy inert va korroziyaga chidamli hisoblanadi [3]. Aynan shu fazilatlar uni grafen bilan birga ishlatishga asos bo'ladi.

2. Fuzelyajlarda qo'llashning afzalliklari

Grafen-karbon aralashmasidan tashkil topgan kompozitlar fuzelyajda qo'llanilganda quyidagi afzalliklarini aytib o'tishimiz maqsadga muvofiq bo'ladi:

- Yengillik: Og'irlikni sezilarli darajada kamaytiradi, bu esa yonilg'i tejamkorligiga olib keladi va havoning qarshiligini kamaytiradi[4].
- Mustahkamlik: Yengil vazniga qaramay, strukturaviy yuklamalarga bardosh bera oladi.
- Korroziyaga chidamlilik: Havo va boshqa agressiv muhitlarga nisbatan chidamli [3].
- Issiqlikka chidamlilik: Haroratning keskin o'zgarishiga moslasha oladi [2].
- Zarba bardoshliliigi: Turli favqulodda holatlarda fuzelyaj deformatsiyasini kamaytiradi [3].

2. MATERIAL VA SINOV USULLARI

2.1. Kompozit materiallarnind tuzilishi

Grafen karbon kompozitlar karbon tolali asos va grafen nanozarralari bilan boyitilgan polimer (odatda epoksi) yelim qatlamidan tashkil topadi. Grafen zarralari polimerga qo'shilib, struktura bo'ylab mustahkamlovchi va charchoqqa bardoshlilik kabi xususiyatlarga o'zida aks ettiradi[2].

2.2. Sinov usullari

Tortilish mustahkamligi

Egilish chidamlilik

Charchoqqa bardoshlilik

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA

3.1. Mexanik kuchayish

Grafen qo'shilishi karbon kompozitlarning quyidagi xususiyatlarini yaxshilaydi:

Xususiyat	Karbon kompozit	Grafenli karbon kompozit	Yaxshilanish (%)
Tortilish mustahkamligi	800 MPa	1050 MPa	+31.25%
Egilish chidamlilik	70 GPa	90 GPa	+28.5%
Charchoqqa bardoshlilik	1.2×10^5 sikl	2.1×10^5 sikl	+75%

3.2. Yorilishga qarshi chidamlilik

Grafen mikroyorilishni yoyilishini sekinlashtiradi va charchoqqa bardoshlilik konsentratsiyasini teng taqsimlaydi. Bu esa fuzelyajda yorilishlarning oldini oladi.

3.3. Massaning kamayishi

Yuqori mustahkamlikka qaramay, grafen qo‘shilishi og‘irlikni oshirmaydi. Aksincha, kuchlanishni ko‘tarish qobiliyati ortgani sababli kamroq qatlamlar kerak bo‘ladi — bu esa umumiy vaznni 5–10% ga kamaytirishi mumkin[3].

3. FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

Grafenli karbon kompozitlar:

Fuzelyaj tashqi panellarida,

Yuk ko‘taruvchi strukturaviy komponentlarda,

Qanotning ichki tuzilmasida,

Nosozlikka bardoshli joylarda ishlatilishi mumkin.

Kelajakda bu materiallar rejalashtirilgan texnik xizmat oraliq‘ini uzaytirish, xavfsizlikni oshirish va yoqilg‘i tejamkorligini yaxshilash orqali aerokosmik sanoatdagi asosiy materiallardan biriga aylanishi mumkin.

4. NATIJALAR

4.1. Tortilish mustahkamligi

Grafen qo‘shilgan kompozitlarning tortilish mustahkamligi nazorat guruhiga nisbatan 20–32% ga yuqori bo‘ldi.

Kompozit turi	Tortilish mustahkamligi (MPa)	Elastiklik moduli (GPa)
Oddiy CFRP	820	72
CFRP + 0.5% grafen	980	83
CFRP + 1.0% grafen	1085	91

4.2. Egilish kuchi

Grafen konsentratsiyasi ortishi bilan egilish mustahkamligi 25–30% ga oshdi. Bu kuchli bog‘lanish interfeysi va grafenning stress taqsimlovchi rolini ko‘rsatadi.

4.3. Charchoqqa bardoshlilik

Grafenli kompozitlar 10^5 sikl ostida sezilarli degradatsiyasiz ishladi. Nazorat guruhi 7.5×10^4 siklda yorilish belgilari ko‘rsata boshlagan.

5. MUHOKAMA

Grafenning karbon kompozit matritsaga qo‘shilishi uning mexanik mustahkamligini sezilarli darajada oshiradi. Bu quyidagi sabablarga bog‘liq:

Yuqori elastiklik moduli: grafen deformatsiyani kamaytiradi va stress konsentratsiyasini kamaytiradi.

Yuqori sirt maydoni: grafen plitalari epoksi matritsa bilan kuchli bog‘lanadi, bu esa yorig‘likka qarshi chidamlilikni oshiradi.

Zich struktura: mikrobo‘shliqlarni kamaytiradi, yorilishlarning boshlanish ehtimolini pasaytiradi.

Grafenning optimal konsentratsiyasi 0.5–1.0% atrofida bo‘lib, undan ortiq miqdorda agregatsiyalash va dispersiya muammolari yuzaga keladi, bu esa sifatga salbiy ta‘sir qiladi[4].

6. AMALIY QO‘LLANISH VA MUAMMOLAR

Dunyodagi yetakchi aviatsiya kompaniyalari, jumladan Airbus va Boeing, allaqachon karbon kompozit materiallarni keng qo‘llashni boshlagan[5]. Ammo grafen bilan boyitilgan materiallar hali keng miqyosda joriy etilmagan bo‘lib, bu sohada hali ko‘plab ilmiy-texnik muammolar mavjud [3]:

- Ishlab chiqarish murakkab jarayonni talab qilishi
- Grafenni katta miqdorda olishdagi qiyinchiliklar [2]
- Materialni uchish apparati strukturalariga moslash uchun maxsus texnologiyalar zarurligi kabi muammolarga duch kelishimiz mumkin.

Shu bilan birga, materialning harbiy va tijorat aviatsiyasida qo‘llanishi istiqbolli yo‘nalish sanaladi [3].

XULOSA

Grafen va karbon materiallari aralashmasidan tashkil topgan kompozitlar uchish apparati fuzelyajlari uchun istiqbolli material hisoblanadi. Ularning yengil, mustahkam va issiqlikka chidamli bo‘lishi havo transporti xavfsizligi va samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ilmiy-tadqiqot ishlarini davom ettirish, ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish orqali bu materiallarni aviatsiyada keng qo‘llash mumkin bo‘ladi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Novoselov, K.S. et al. “Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films.” Science, 2004.
2. Ferrari, A.C., et al. “Science and Technology Roadmap for Graphene.” Nanoscale, 2015.
3. Kumar, P., “Graphene-Reinforced Composites in Aerospace Applications.” Advanced Materials Review, 2019.
4. Boeing Commercial Airplanes: Composite Materials.
5. Airbus Innovation Series: Carbon Fibre and Beyond.