

**POLIMER KOMPOZIT MATERIALLARNING KUCHLANISH –
DEFORMATSIALANISH HOLATINI MODELLALASHTIRISH ASOSIDA
MUSTAHKAMLIK KO'RSATKICHLARINI BAHOLASH**

R.A.Ruzmatov

O'zbekiston Respublikasi harbiy xavfsizlik va mudofaa universitetining

Harbiy Aviatsiya Instituti

“Aviatsiya mutaxassislarini tayyorlash va malakasini oshrish kursi”ning

katta o'qituvchisi

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada polimer kompozit materiallarning mexanik deformatsiyalarini sonli modellashtirish usullari, xususan chekli elementlar usuli asosida tahlil qilish va mustahkamlik ko'rsatkichlarini o'rganish asoslari ko'rib chiqilgan.

KALIT SO'ZLAR: polimer kompozit material, sonli modellashtirish, chekli elementlar usuli, cho'zish, egilish, siqish, anizotropiya, fenomenologik nazariya, ortotrop materiallar.

**ASSESSMENT OF STRENGTH INDICATORS OF POLYMER COMPOSITE
MATERIALS BASED ON MODELING THE STRESS-DEFORMATION STATE**

R.A. Ruzmatov

Senior Lecturer of the Aviation Specialists

Training and Advanced Training Course University of

Military Security and Defense of the Republic of Uzbekistan

Military Aviation Institute

ANNOTATION: This article examines the methods of numerical modeling of mechanical deformations in polymer composite materials, specifically the analysis based on the finite element method and the foundations for studying strength indicators.

KEY WORDS: polymer composite material, numerical modeling, finite element method, stretching, bending, compression, anisotropy, phenomenological theory, orthotropic materials.

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Р.А.Рузматов

*Старший преподаватель курса по подготовке и повышению квалификации
авиационных специалистов Института военной авиации
Университет военной безопасности и обороны Республики Узбекистан*

АННОТАЦИЯ: В данной статье рассматриваются методы численного моделирования механических деформаций полимерных композиционных материалов, в частности анализ на основе метода конечных элементов и основы изучения прочностных показателей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: полимерный композитный материал, численное моделирование, метод конечных элементов, растяжение, изгиб, сжатие, анизотропия, феноменологическая теория, ортотропные материалы.

KIRISH

Polimer kompozit materiallar (PKM) yuqori solishtirma mustahkamlik, korroziyaga chidamlilik va kam zichlik kabi afzalliklari tufayli aviatsiya, avtomobilsozlik va harbiy texnikada keng qoʻllanilmoqda.

Polimer kompozitlar poʻlat, alyuminiy va titan kabi anʻanaviy materiallar singari bugungi kunda aviatsiya va mashinasozlikda tobora keng qoʻllanilmoqda. Ular asosiy konstruktiv detallarni yaratishda asos boʻlib xizmat qiladi: samolyot qanotlari va fyuzelyajlaridan tortib, shamol turbinalari parraklari va avtotransport kuzovlari elementlarigacha. Shuni taʼkidlash kerakki, ushbu materiallardan tayyorlangan koʻplab

tuzilmalar o‘z tabiatiga ko‘ra juda xilma-xil bo‘lishi mumkin bo‘lgan doimiy va o‘zgaruvchan yuklarga duchor bo‘ladi.

PKM konstruksiyalarining mustahkamligini o‘rganishdan maqsad kompozitlarning mexanik xususiyatlarini baholashga yangi yondashuvlarni ishlab chiqish va bir o‘qli yoki ikki o‘qli kuchlanish bo‘yicha sinovlarning cheklangan sonida har qanday yuklanish rejimlarida konstruksiyaning yemirilishini bashorat qilish hamda ularning statik va siklik yuklanishlardagi mustahkamlik me‘zonini aniqlashga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Respublikamizda fan va texnika taraqqiyoti bizning oldimizga innovatsion konstruksion materiallar yaratish vazifasini qo‘ymoqda. Bu vazifa, aslida, juda dolzarb va murakkabdir, chunki konstruksiyalarni takomillashtirish, yanada mukammal kompozitsion materiallarni yaratishga intilish original konstruktiv g‘oyalarni amalga oshirish va ilg‘or texnologiyalarni joriy etish imkoniyatlarini ochib beradi.

METODOLOGIYA VA TADQIQOT USULLARI

Polimer kompozit materiallar - matritsa va mustahkamlovchi tolalardan tashkil topadi. Eng keng tarqalgan turlari: shishatolali plastiklar, ugleplastiklar va aramid tolali kompozitlar.

Shisha yoki uglerod tolasi bilan kuchaytirilgan polimer kompozitlar o‘ziga xos xususiyatga ega: ular anizotrop va bir jinsli bo‘lmagan xususiyatlarga ega, bu ularning mexanik xususiyatlarini metallar kabi izotrop materiallarning xususiyatlaridan sezilarli darajada farq qiladi. Polimer kompozitlarning parchalanishi bir nechta to‘plovchi mexanizmlar orqali sodir bo‘ladi, ular orasida qatlamlarning ajralishi va tolalarning ham, matritsaning ham parchalanishi mavjud. Ulardan farqli o‘laroq, metallarning yemirilishi ko‘pincha bitta asosiy jarayonga - yoriqlarning tarqalishiga olib keladi. Masalan, J.-M. Berthelotning tadqiqotlarida mikromexanika, makromexanika va shikastlanish mexanizmlari chuqur tahlil qilingan [2].

PKM larning kuchlanish –deformatsialanish holatini mustahkamlik ko‘rsatkichlarini baholashda modellalashtirish usullaridan foydalaniladi:

Sonli modellashtirish - materialning eng yuqori kuchlanish hududlarini aniqlash, konstruksiya massasini kamaytirish va xizmat muddatini uzaytirishga yordam beradi. Jumladan, R. M. Jones tadqiqotlarida kompozit materiallar mexanikasining fundamental asoslarini yoritadi. Lamina va laminat nazariyasi, anizotrop materiallarning kuchlanish–deformatsiya munosabatlari hamda mustahkamlik mezonlari batafsil bayon qiladi. Sonli modellashtirish uchun zarur bo‘lgan matematik apparat ushbu manbada keng yoritilgan [7].

Chekli elementlar usuli - deformatsiya va kuchlanishlarni baholashda chekli elementlar usuli eng samarali yondashuv hisoblanadi. Modellashtirish bosqichlari: geometriyani yaratish, material parametrlarini kiritish, yuklamalarni qo‘yish va hisob natijalarini tahlil qilish. Shu jumladan, R.F. Gibson tadqiqotlarida kompozit materiallarning statik va dinamik yuklanishlardagi xususiyati tahlil qilingan shuningdek, chekli elementlar usuli va kompyuter modellashtirishning amaliy jihatlari ham o‘rganilganligini ta’kidlash joiz[5].

Chekli elementlar usuli konstruksiyalarning mustahkamligini baholash uchun samarali, chunki u yuklar ta’sirida uning xususiyatlarini taqlid qilish imkonini beradi. PKM ni chekli elementlar usuli asosida modellashtirish qattiq jisimli qobiqli elementlar ko‘rinishida ham amalga oshirilishi mumkin, bu esa uni yanada moslashuvchan va universal qiladi

Mustahkamlik tadqiqotlari kompozit materiallarning qo‘llanilish sohasini rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri, to‘plangan bilimlarni, shu jumladan eksperimental ma’lumotlarni tahlil qilish orqali ko‘rib chiqilayotgan ko‘p qatlamli tuzilishga turli xil yo‘naltirilgan material qatlamining kengaytirilgan xususiyatlari B.D. Agarwal tomonidan o‘rganilgan, bunda kompozitlarning mexanik va termik yuklanishlar ostidagi ishlash xususiyatlarini tahlil qilingan [1].

Bunday yondashuv kompozit materiallarning qo‘llanilish sohasini kengaytirish maqsadida nazariy va eksperimental bilimlarni yanada yaqinlashtirish uchun hisoblash usullarini aniqlashtirgan holda, ko‘rib chiqilayotgan qatlam va kompozit materialning tuzilishining shikastlanish va buzilish darajasi haqida ishonchli xulosalar chiqarish

imkonini beradi. I.M. Daniel va O.Ishailarning tadqiqotlarida ham kompozitlarning mexanik xossalari, ishlab chiqarish texnologiyalari va eksperimental tadqiqot usullaridan foydalanib, nazariy hisoblar va laboratoriya sinovlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rnatishgan [4].

Ayniqsa, Hashin statik mustahkamlik me‘zoni bo‘yicha taklif etilgan o‘zgartirishlar siljish bilan yuklanganda tolaning cho‘zilishidagi uzilish vaqtini hisoblash aniqligini sezilarli darajada yaxshilashga yordam beradi. Shuni alohida ta‘kidlash joizki, Hashin mezonini polimer kompozit materiallarda tola va matritsa shikastlanishini alohida baholash imkonini beruvchi eng mashhur mezonlardan biri hisoblanadi [6].

Sendetskiy modeli - KM namunalari bilan sinovlar asosida shikastlanish to‘planishini taqlid qilishning yuqori aniqligini ta‘minlaydi. U tashqi muhit omillarini, yuklanish rejimlarini hisobga olgan holda toliqish xususiyatlarining keng doirasini va tajriba natijalarining tabiiy tarqoqligini o‘z ichiga oladi, bu esa uni ko‘p miqdordagi kompozit materiallar bilan qo‘llash uchun universal qiladi. Haqiqiy sharoitlarda toliqishdan voz kechguncha resursni aniqlash uchun materialning bir emas, balki kamida ikki xil xususiyatli modelidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kompozit materiallar uchun buzilishning barcha xilma-xil shakllarini hisobga olish kerak, ulardan asosiylari quyidagilardir: qatlamga bog‘lovchi buzilish; tolalarning uzilishi; ko‘p qatlamli strukturaning qatlamlarga ajralishi.

NATIJALAR

Tadqiqotchilar murakkab kuchlanish holatidagi charchoq muammosini o‘rganib, charchoq yemirilishi mezonlarini aniqlashning o‘ziga xos yondashuvlarini taklif qilishgan. Kompozitlardan aniq konstruksiyalarni bajarish uchun kompozit materiallardan foydalanish KMning o‘ziga xosligi va xususiyatlarini hisobga oladigan mustahkamlik hisob-kitoblarisiz amalga oshirilishi mumkin emas. Ushbu maqsadlar uchun KMning o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga oladigan tegishli hisoblash materiallari (modellari) jalb qilinadi. Shu maqsadda kompozitlar xossalarining anizotropiyasi, kompozit materiallarning nisbatan past transversal mustahkamlik xossalari, shuningdek, ushbu

materiallarga xos bo'lgan kompozit materiallarning mexanik xossalarining o'zgarish jarayonlari, kompozit materiallarning nisbatan past mustahkamlik xossalarini hisobga oladigan tegishli hisoblash modellari jalb etilgan. Cho'zish, egilish, siqish va zarba sinovlari orqali model natijalari tekshiriladi. standartlari asosida namuna tayyorlash va sinov o'tkazish amalga oshiriladi.

Izotrop KM uchun model ideal elastiklikni, ya'ni yuk olingandan so'ng dastlabki shaklining to'liq tiklanishini nazarda tutadi. Bu xususiyat izotrop materiallarning elastiklik xarakteristikalari barcha yo'nalishlarda o'zgarmasligi bilan bog'liq bo'lib, bu ularni aniqlashni osonlashtiradi va faqat bir qator sinovlarni talab qiladi. Ortotrop materiallarning izotrop materiallardan farqli xususiyati shundaki, ularda uchta o'zaro perpendikulyar simmetriya tekisligi mavjud. Bunday tuzilish elastik konstantalar sonining to'qqiztagacha ortishiga olib keladi, bu esa ularni tajribada aniq baholash vazifasini murakkablashtiradi.

Polimer materiallar, masalan rezina, deformatsiya paytida energiya ajralib chiqishi bilan namoyon bo'ladigan qovushqoq-elastik xususiyatlarni namoyon qiladi. Ularning o'ziga xos xususiyatlari deformatsiyada doimiy yuk ostida sirpanuvchanlikdan iborat. Bu modelni ko'p qatlamli strukturaga ega bo'lgan KM sinfiga taqqoslash mumkin emas.

Fenomenologik nazariya - charchashdan yemirilishning fenomenologik nazariyasi deb nomlanuvchi bu modellar yuklanishning turli rejimlarida charchash egri chiziqlari to'g'risidagi eksperimental ma'lumotlar va keyinchalik chidamlilikning ekspluatatsiya sharoitlariga bog'liqligini ifodalovchi diagrammalar tuzish asosida shakllantiriladi. Real ekspluatatsiya vaziyatlarda, odatda, bir o'qli kuchlanish qo'llaniladigan laboratoriya sinovlaridan farqli o'laroq, ko'p o'qli kuchlanishlarda buzilishni bashorat qila oladigan modellar kerak bo'ladi.

MUHOKAMA

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, polimer kompozit materiallarning yuqori texnologik konstruksiyalarda keng qo'llanilishiga ularning yuqori solishtirma deformatsiya shuningdek, dempferlovchi xususiyatlari va tavsiflari yordam beradi. Tolalarning uzilishi, ko'p qatlamli strukturaning qatlamlarga ajralishi, shuningdek bog'lovchining qatlamlarga ajralishi ko'rinishidagi buzilishning turli shakllarini bilish talab etiladi. Tadqiq

qilinayotgan konstruksiyalarni ishlatishda alohida qatlamlar va umuman strukturaning mustahkamligi va bikrligi pasayadi. Ushbu deformatsiya va kuchlanish jarayonlari qatlamlarda yuzaga keladigan kuchlanishlar, armatura, namlik saqllovchi va boshqalarning ta'siri natijasida yuzaga keladi. Shikastlanishlarning to'planishiga olib keladigan hodisa kompozitning tuzilishiga va o'rganilayotgan tizimning konstruksiyasida materialning yuklanish xususiyatiga bog'liq bo'lishidir.

Kompozitlarda mustahkamlik tolalar yo'nalishi, qatlamlar soni, matritsa xususiyatlari va tashqi muhit ta'siriga bog'liq. sagay, Hashin mezonlari shikastlanishni prognoz qilishda qo'llaniladi.

Ilmiy-texnik adabiyotlar tahlilidan kelib chiqqan holda polimer kompozitlar uchun yangi, aniqroq statik mustahkamlik ko'rsatkichi baholash uchun asoslangan va materiallarning xossalari va mustahkamlik ko'rsatkichlarini statik, ham siklik yuklanishda, cheklangan hajmdagi eksperimental natijalarga asoslangan holda hisoblash usuli taqdim etilgan.

XULOSA

Polimer kompozit materiallarning mustahkamligini oshirish tola va matritsani to'g'ri tanlash, qatlamlarni optimal joylashtirish, zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llash xizmat muddatini sezilarli darajada oshirishga asoslandi. Polimer kompozit materiallarning deformatsiyalarini sonli modellashtirish ularning mexanik ishonchliligini baholash va optimal konstruksiyalarni ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Xulosa qilib ayitganda kompozit materiallarning deformatsiy xususiyatlarini tahlil qilish, mustahkamligini baholash usullari, ilg'or texnologiyalarni joriy etish, ilmiy-tadqiqot ishlari olib borish, innovatsion kompozit materiallarni yaratishga yordam beradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Agarwal B.D. Analysis and Performance of Fiber Composites//Materials Sciences and Applications. Vol.2. NO.6, June, 2011
2. Berthelot J.-M. Composite Materials. //Composite Materials, Mechanical Behaviour and Structural Analysis. Vol.7. NO.1, January 16, 2017

3. Carlsson L.A., Pipes R.B. Experimental Characterization of Advanced Composite Materials. // January 1987
4. Daniel I.M., Ishai O. Engineering Mechanics of Composite Materials //Oxford University. 2006
5. Gibson R.F. Principles of Composite Material Mechanics. // 4th Edition 2016
6. Hashin Z. Failure Criteria for Composite Materials. // Published by SAGE Publications Inc and American Society for Composites, January 1991
7. Jones R.M. Mechanics of Composite Materials //2nd Edition Copyright 1999.
8. Kaw A.K. Mechanics of Composite Materials. //2nd Edition First Published 2005
9. Mallick P.K. Fiber-Reinforced Composites. //3rd Edition First Published 2007
10. Tsai S.W., Hahn H.T. Introduction to Composite Materials. //Technomic, Westport. 1980