



**To'qimachilik korxonalari chiqindilari tarkibidagi tabiiy tolalar bilan
mustahkamlangan sintetik polimerlarga asoslangan kompozitsion
materiallar olish**

Ne'matova Madina

Toshkent davlat texnika universiteti

Tayanch doktoranti

Abstrakt: Atrof-muhit bilan bog'liq muammolar va barqaror materiallarga bo'lgan ehtiyoj tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan polimer kompozitlari (NFRPC) bo'yicha katta tadqiqotlar olib bordi. Tabiiy tolalarni sintetik yoki biologik parchalanadigan polimer matritsalar bilan birlashtirgan ushbu kompozitsiyalar biologik parchalanishi, arzonligi va atrof-muhitga ta'sirining kamligi tufayli an'anaviy sintetik kompozitlarga istiqbolli alternativa taklif qiladi. Ushbu maqolada tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan kompozitlarning xususiyatlari, qo'llanilishi va muammolari ko'rib chiqiladi, bunda asosiy e'tibor mexanik va termal xususiyatlarni yaxshilash uchun tabiiy va sintetik tolalarni gibridlashtirishga qaratilgan. Bundan tashqari, maqola to'qimachilik chiqindilarini kompozit materiallarga qayta ishlashni o'rganadi, qayta ishlash va aylanma iqtisod potentsialini ta'kidlaydi. Ko'rib chiqish NFRPC ning kelajakdagi yo'nalishlari, shu jumladan materiallarni loyihalash va optimallashtirish uchun hisoblash usullaridan foydalanish bo'yicha muhokama bilan yakunlanadi.

Kalit so'zlar: tabiiy tolalar, sintetik polimerlar, kompozit materiallar, to'qimachilik chiqindilari, mustahkamlovchi materiallar, atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan materiallar, qayta ishlash texnologiyalari, yashil innovatsiyalar, polimer kompozitlari,



Kirish

Yengil, bardoshli va barqaror materiallarga bo'lgan global talab tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan polimer kompozitsiyalarining (NFRPC) rivojlanishiga olib keldi. Zig'ir, kanop, jut va sisal kabi tabiiy tolalardan foydalanadigan ushbu kompozitlar avtomobilsozlik, aerokosmik, qurilish va qadoqlash kabi sohalarda tobora ko'proq foydalanilmoqda. Tabiiy tolalar sintetik tolalarga nisbatan bir qancha afzalliklarga ega, jumladan, biologik parchalanish, past zichlik va qayta tiklanuvchanlik. Shu bilan birga, ular shisha yoki uglerod tolalari kabi sintetik tolalarga nisbatan yuqori namlik assimilyatsiyasi, past termal barqarorlik va past mexanik xususiyatlar kabi qiyinchiliklarga duch kelishadi.

Ushbu muammolarni hal qilish uchun tadqiqotchilar tabiiy va sintetik tolalarni gibridlashtirishni o'rganib chiqdilar, ikkala materialning eng yaxshi xususiyatlarini birlashtirgan gibrid kompozitlarni yaratdilar. Bundan tashqari, to'qimachilik chiqindilarini kompozit materiallarga qayta ishlash o'sib borayotgan to'qimachilik chiqindilari muammosiga barqaror yechim sifatida e'tiborni tortdi. Ushbu maqolada tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan kompozitsiyalar bo'yicha tadqiqotlarning hozirgi holati ko'rib chiqiladi, ularning xususiyatlari, qo'llanilishi va to'qimachilik chiqindilarini qayta ishlash imkoniyatlariga e'tibor qaratiladi.

Tabiiy tola bilan mustahkamlangan kompozitlarning xossalari

Mexanik xususiyatlar. Zig'ir, kanop va jut kabi tabiiy tolalar mukammal o'ziga xos kuch va qattqlikni namoyon qiladi, bu ularni polimer kompozitlarida mustahkamlash uchun mos qiladi. Biroq, ularning mexanik xususiyatlari, odatda, shisha yoki uglerod tolasi kabi sintetik tolalarga qaraganda ancha past. Masalan, zig'ir tolalarining cho'zilish kuchi 300 dan 1500 MPa gacha, shisha tolalar esa 4600 MPa gacha yetishi mumkin (1-jadval). Shunga



qaramay, tabiiy tolalar yuqori o'ziga xos kuchga ega (kuch-og'irlik nisbati), bu ularni yengil ilovalar uchun jozibador qiladi.

Tabiiy va sintetik tolalarning mexanik xususiyatlari 1-jadval

Elyaf Turi	Kuchlanish(MPa)	Modul (GPa)	Namlik Yutish (%)
Zig'ir	300–1500	24–80	7
Jut	200–800	10–55	12
Sisal	80–840	9–38	11
Shisha (elektron shisha)	3100–3500	76–78	0
Uglerod	3400–5400	230–440	0

NFRPC ning mexanik xususiyatlariga tolalar turi, tola-matritsa interfeysi va ishlov berish texnikasi kabi bir qancha omillar ta'sir ko'rsatadi. Gidrofil tabiiy tolalar va gidrofobik polimer matritsasi o'rtasidagi interfaol yopishqoqlik ko'pincha zaif bo'lib, mexanik ishlashning pasayishiga olib keladi. Buni yaxshilash uchun tadqiqotchilar ishqor bilan ishlov berish, silan bilan ishlov berish va plazma bilan ishlov berish kabi sirtini o'zgartirishning turli usullarini qo'lladilar, bu esa tola-matritsaning o'zaro ta'sirini kuchaytiradi va kompozitning umumiy mexanik xususiyatlarini yaxshilaydi.

Issiqlik xususiyatlari. Tabiiy tolalar, odatda, sintetik tolalarga nisbatan past termal barqarorlikka ega. Masalan, zig'ir tolalarining parchalanish harorati 250 ° C atrofida, shisha tolalar esa 700 ° C gacha bo'lgan haroratga bardosh bera oladi. Bu yuqori haroratli ilovalarda tabiiy tolalardan foydalanishni cheklaydi. Shu bilan birga, tabiiy tolalarni polimer matritsalariga kiritish kompozitning issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlarini yaxshilashi mumkin, bu ularni issiqlik izolatsiyasi talab qilinadigan ilovalar uchun mos qiladi.



Namlikni yutish. Tabiiy tolalarning asosiy kamchiliklaridan biri ularning yuqori namlik assimilyatsiyasi bo'lib, o'lchovlarning beqarorligiga va mexanik xususiyatlarning pasayishiga olib kelishi mumkin. Misol uchun, jut tolalari 12% gacha namlikni o'zlashtira oladi, shisha tolalar esa deyarli namlikka chidamli. Ushbu muammoni yumshatish uchun tadqiqotchilar tabiiy tolalarning gidrofilligini kamaytiradigan va ularning gidrofobik polimer matritsalarini bilan muvofiqligini yaxshilaydigan atsetilatsiya va silan bilan ishlov berish kabi turli xil kimyoviy davolash usullarini o'rgandilar.

Gibrid kompozitlar: tabiiy va sintetik tolalarni birlashtirish

Tabiiy va sintetik tolalarni birlashtirgan gibrid kompozitlar ishlash va barqarorlik o'rtasidagi muvozanatni ta'minlaydi. Shisha yoki uglerod tolasi kabi sintetik tolalarni kiritish orqali kompozitning mexanik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilash mumkin. Misol uchun, jut va shisha tolalar nisbati 1: 3 bo'lgan gibrid kompozit sof jut bilan mustahkamlangan kompozitlarga nisbatan yaxshilangan valentlik va egilish kuchini ko'rsatdi (Kafi va boshqalar, 2006).

Tabiiy va sintetik tolalarni gibridlashtirish, shuningdek, termal barqarorlik va namlikka chidamlilik kabi boshqa xususiyatlarni optimallashtirish imkonini beradi. Misol uchun, shisha tolalarni tabiiy tola bilan mustahkamlangan kompozitsiyaga qo'shish uning termal barqarorligini oshirishi mumkin, bu esa uni yuqori haroratli ilovalar uchun mos qiladi. Shu bilan birga, tabiiy tolalarning ekologik foydalari biologik parchalanmaydigan sintetik tolalarni kiritish bilan biroz qoplanadi. Shu sababli, tabiiy va sintetik tolalar tarkibi o'rtasidagi muvozanatni saqlash ham ishlash, ham barqarorlikka erishish uchun juda muhimdir.

To'qimachilik chiqindilarini kompozitlarga qayta ishlash

To'qimachilik sanoati katta miqdordagi chiqindilarni, jumladan, to'qimachilikdan keyingi to'qimachilik va ishlab chiqarish qo'shimcha mahsulotlarni ishlab chiqaradi. An'anaga ko'ra, bu chiqindilar poligonga tashlanadi yoki yoqib yuboriladi, bu esa atrof-



muhitning ifloslanishiga olib keladi. Biroq, so'nggi tadqiqotlar to'qimachilik chiqindilarini kompozit materiallarga qayta ishlashga qaratilgan bo'lib, bu muammoning barqaror yechimini taklif qiladi.

To'qimachilik chiqindilari, xususan, paxta, zig'ir va kanop kabi tabiiy tolaga asoslangan to'qimachilik polimer kompozitlarida mustahkamlovchi sifatida ishlatilishi mumkin. Masalan, polipropilen matritsalarini mustahkamlash uchun qayta ishlangan paxta tolalari ishlatilgan, natijada mexanik xususiyatlar yaxshilangan va atrof-muhitga ta'siri kamayadi. Qayta ishlash jarayoni odatda to'qimachilik chiqindilarini tolalarga maydalashni o'z ichiga oladi, keyinchalik ular polimer matritsaga siqish yoki qarshi kalıplama kabi usullardan foydalangan holda kiritiladi.

Chiqindilarni yuqori qiymatli mahsulotlarga aylantirishni o'z ichiga olgan qayta ishlash to'qimachilik chiqindilari kontekstida ham e'tiborni tortdi. Misol uchun, to'qimachilik chiqindilari avtomobil yoki qurilishda foydalanish uchun yuqori samarali kompozitlarga aylantirilishi mumkin. Bu nafaqat to'qimachilik chiqindilarining atrof-muhitga ta'sirini kamaytiradi, balki yangi iqtisodiy imkoniyatlarni ham yaratadi.

Kompozit dizayndagi hisoblash usullari

Tabiiy tola bilan mustahkamlangan kompozitlarni loyihalash va optimallashtirish hisoblash usullarini qo'llash orqali sezilarli darajada yaxshilanishi mumkin. Kompozitlarning mexanik va termal xususiyatlarini bashorat qilish uchun odatda chekli elementlar tahlili (FEA) va molekulyar dinamika (MD) simulyatsiyalaridan foydalaniladi. Ushbu usullar tadqiqotchilarga tola-matritsa interfeysini, tolaning yo'nalishini va ishlov berish sharoitlarini optimallashtirishga imkon beradi, bu esa yaxshilangan kompozitsiyalarga olib keladi.

NFRPC dizayni uchun mashinani o'rganish (ML) va sun'iy intellekt (AI) ham o'rganilmoqda. Ushbu usullar yangi kompozit materiallarni ishlab chiqishni tezlashtirish uchun optimal materiallar kombinatsiyasi va ishlov berish parametrlarini aniqlash uchun



katta ma'lumotlar to'plamini tahlil qilishi mumkin. Masalan, ML algoritmlari tabiiy va sintetik tolalarning turi va tarkibiga qarab gibril kompozitlarning mexanik xususiyatlarini bashorat qilish uchun ishlatilgan.

Tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan kompozitlarni qo'llash

NFRPCs avtomobilsozlik, aerokosmik, qurilish va qadoqlash kabi turli sohalarda qo'llanilishini topdi. Avtomobil sanoatida tabiiy tola bilan mustahkamlangan kompozitlar eshik panellari, o'rindiqlar va bosh qoplamalar kabi ichki qismlar uchun ishlatiladi. Ushbu kompozitlar an'anaviy materiallarga nisbatan og'irlikni kamaytirish, yoqilg'i samaradorligini oshirish va atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish kabi bir qator afzalliklarga ega.

Qurilish sanoatida NFRPCs tom yopish, izolyatsiya va konstruktiv panellar kabi ilovalar uchun ishlatiladi. Tabiiy tolalarning issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlari ularni ushbu ilovalar uchun ayniqsa mos qiladi. Bundan tashqari, qadoqlash materiallarida NFRPC lardan foydalanish an'anaviy plastmassalarga barqaror alternativani taklif etadi, bu esa qadoqlash chiqindilarining atrof-muhitga ta'sirini kamaytiradi. Tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan kompozitlarning kelajagi yaxshilangan mexanik, issiqlik va ekologik xususiyatlarga ega ilg'or materiallarni ishlab chiqishda yotadi. Istiqbolli yo'nalishlardan biri - tola-matritsa interfeysini yaxshilash va kompozitning umumiy ish faoliyatini yaxshilash uchun nanotexnologiyadan foydalanish. Misol uchun, grafen yoki uglerod nanotubalari kabi nano-plomba moddalarining kiritilishi NFRPClarning mexanik va termal xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashi mumkin.

Tadqiqotning yana bir muhim yo'nalishi to'liq biologik parchalanadigan kompozitsiyalarni ishlab chiqish bo'lib, unda matritsa ham, armatura ham qayta tiklanadigan manbalardan olinadi. Polilaktik kislota (PLA) va poligidroksialkanoatlar (PHA) NFRPClarda matritsa sifatida ishlatilishi mumkin bo'lgan biologik parchalanadigan polimerlarga misoldir. Ushbu materiallar hayot aylanishining oxirida kompostlanishi mumkin bo'lgan to'liq barqaror kompozitlar uchun potentsialni taklif qiladi.



Xulosa. Tabiiy tola bilan mustahkamlangan polimer kompozitlari atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish va barqarorlikni yaxshilash potentsialiga ega bo'lgan an'anaviy sintetik kompozitlarga istiqbolli alternativani taklif etadi. Tabiiy va sintetik tolalarni gibridlashtirish, shuningdek, to'qimachilik chiqindilarini qayta ishlash ushbu materiallarning ishlashi va barqarorligini oshirish imkoniyatini beradi. Hisoblash usullari va ilg'or ishlab chiqarish texnikasi NFRPC ning kelajakdagi rivojlanishida hal qiluvchi rol o'ynaydi, bu aniq ilovalar uchun moslashtirilgan xususiyatlarga ega materiallarni loyihalash imkonini beradi. Ushbu sohadagi tadqiqotlar davom etar ekan, tabiiy tola bilan mustahkamlangan kompozitlar yanada barqaror va aylanma iqtisodiyotga o'tishda tobora muhim rol o'ynashi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Kafi, A., Abedin, MZ, Beg, MDH va boshqalar. (2006). Jut/shisha tolasi bilan mustahkamlangan to'yinmagan polyester gibrid kompozitlarning mexanik xususiyatlarini o'rganish: ultrabinafsha nurlanish bilan sirt modifikatsiyasining ta'siri. Jurnal ning Kuchaytirilgan Plastmassalar va Kompozitlar , 25(6), 575–588.
2. Todor, MP, Bulei , C., Kiss, I. va Alexa, V. (2019). To'qimachilik chiqindilarini tabiiy tolalar asosidagi to'qimachilik kompozitlariga qayta ishlash : Valorizatsiya potentsiali. IOP konferentsiyasi Seriya : Materiallar Fan va Muhandislik , 477, 012004.
3. Rogovina , SZ, Prut, EV va Berlin, AA (2019). Tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan sintetik polimerlarga asoslangan kompozitsion materiallar. Polimer Fan , A seriyasi , 61(4), 417–438.
4. De, B., Bera, M., Bhattacharjee, D. va boshqalar. (2024). Elyaf bilan mustahkamlangan polimer kompozitsiyalari bo'yicha keng qamrovli sharh: ilovalar, qayta ishlash va chiqindilarni boshqarish uchun xom ashyo. Taraqqiyot ichida Materiallar Fan , 146, 101326.