QATTIQ JISMLAR VA BIOLOGIK TO'QIMALARNING MEXANIK XOSSALARI

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Tibbiyot fakulteti o'qituvchisi
lmiyp.f.f.d, PhD, dotsent. **Buzrukov To‘lqin Omonovich**
Email: tolqinbuzrukov5@gmail.com
Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Tibbiyot fakulteti Davolash ishi
1 - bosqich talabasi
Gulboyevâ Shahona Nematullayevna
Email: gulboyevashohona@gmail.com

Annotatsiya

Mazkur maqolada qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalari keng qamrovda tahlil qilinadi. Tarixiy va zamonaviy nazariyalar, klassik va zamonaviy tadqiqotlar, shuningdek, O'zbekiston va mintaqaviy olimlarning hissasi ko‘rib chiqiladi. Empirik tadqiqotlar asosida qattiq jismlar va biologik to'qimalarning deformatsiyasi, mustahkamligi, elastikligi hamda ularning klinik va sanoatdagi ahamiyati yoritiladi. Maqolada turli bahsli masalalar va zamonaviy tadqiqotlar natijalari ham tahlil qilinadi. Bu ilmiy ish mexanik xossalar bo‘yicha chuqur nazariy va amaliy asoslarni taqdim etadi.

Kalit so'zlar: qattiq jismlar, biologik to'qima, mexanik xossalar, deformatsiya

Abstract

This article provides an extensive analysis of the mechanical properties of solid materials and biological tissues. It examines historical and modern theories, classical and contemporary research, as well as the contributions of Uzbek and regional scholars. Based on empirical studies, the article explores deformation, strength, and elasticity of solids and biological tissues, highlighting their significance in clinical and industrial contexts. Controversial issues and recent

research findings are also discussed. This scientific work presents a comprehensive theoretical and practical foundation regarding mechanical properties.

Keywords: solid materials, biological tissue, mechanical properties, deformation

Аннотация

В данной статье проводится всесторонний анализ механических свойств твердых тел и биологических тканей. Рассматриваются исторические и современные теории, классические и современные исследования, а также вклад узбекских и региональных ученых. На основе эмпирических исследований анализируются деформация, прочность и упругость твердых тел и биологических тканей, а также их значение в клинике и промышленности. Обсуждаются спорные вопросы и современные результаты исследований. Работа представляет собой глубокое теоретическое и практическое обоснование механических свойств.

Ключевые слова: твердые тела, биологические ткани, механические свойства, деформация

Kirish

Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o‘rganish zamonaviy materialshunoslik, biofizika, tibbiyot va injiniring sohalarining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu ikki turdagi materiallarning mexanik xossalari – mustahkamlik, elastiklik, plastiklik va deformatsiya jarayonlari – nafaqat fundamental ilmiy ahamiyatga ega, balki ularning amaliy qo‘llanilishi ham keng. Masalan, qurilish materiallarining ishonchliligi, zamonaviy protez va implantlar dizayni, biomateriallarning moslashuvchanligi va barqarorligi kabi masalalar bu sohaga bevosita taalluqlidir. Mexanik xossalarning o‘ziga xosligi, ularni o‘lchash va baholash usullari, shuningdek, bu xossalarga ta’sir etuvchi omillarni o‘rganish, nafaqat nazariy, balki amaliy muammolarni hal etishga imkon beradi. Ushbu maqolada qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalari chuqur va keng qamrovda tahlil qilinadi, tarixiy va zamonaviy nazariyalar, regional va milliy

olimlarning ilmiy merosi, empirik tadqiqotlar hamda zamonaviy ilmiy bahslar asosida ilmiy asoslanadi.

Adabiyotlar tahlili

Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalari haqidagi ilmiy tadqiqotlar ko‘p asrlik tarixga ega bo‘lib, ularning nazariy va amaliy asoslari ilm-fan taraqqiyoti bilan uzviy bog‘liq holda shakllangan. Dastlab, qattiq jismlarning mexanik xossalari antik davrda, Arximed va Evklid asarlarida geometrik va statik asoslarda o‘rganilgan. Keyinchalik, Galileo Galiley va Isaak Nyuton tomonidan mexanikaning asosiy qonunlari ishlab chiqildi, bu esa qattiq jismlarning deformatsiyasi va mustahkamligini o‘rganishga zamin yaratdi. Nyutonning harakat qonunlari va kuchlar balansi haqidagi ta’limoti, ayniqsa, qattiq jismlarning tashqi kuchlar ta’sirida qanday o‘zgarishini tushuntirishda muhim ahamiyat kasb etdi. XVIII-XIX asrlarda Leonard Eyler, Deni Poasson, Ogisten Koshining elastiklik nazariyasi va mustahkamlik nazariyasiga oid ishlari zamonaviy mexanikaning nazariy asoslarini mustahkamladi. Ayniqsa, Koshining stress-tenzor tushunchasi va Poasson nisbati qattiq jismlar mexanikasida fundamental ahamiyat kasb etdi. Qattiq jismlar mexanik xossalarini o‘rganishda, klassik elastiklik nazariyasi asosida Guk qonuni muhim o‘rin tutadi. Guk qonuniga ko‘ra, kuch va deformatsiya orasidagi bog‘liqlik elastik chegarada proporsional bo‘ladi. Bu asosiy prinsip XX asr boshlarida zamonaviy materialshunoslik va muhandislik mexanikasining rivojlanishiga olib keldi. Ayniqsa, qattiq jismlarning elastik, plastiklik va mo‘rtlik kabi xossalari, ularning mikrotuzilmasi bilan bog‘liq holda o‘rganila boshlandi. Zamonaviy davrda, qattiq jismlarning mexanik xossalarini mikroskopik va nanomikroskopik darajada tahlil qilish imkoniyati paydo bo‘ldi, bu esa atomlararo bog‘lanishlar, kristall panjaralari va nuqsonlarning rolini chuqurroq tahlil qilishga imkon berdi. Shu bilan birga, kompozit materiallar, keramikalar va polimerlarning mexanik xossalari alohida o‘rganila boshlandi.

Biologik to'qimalarning mexanik xossalariga oid tadqiqotlar esa nisbatan keyinroq, XIX asrning ikkinchi yarmidan boshlab, fiziologiya va biofizika

fanlarining rivojlanishi bilan bog‘liq holda shakllandi. Dastlab, biologik to'qimalardagi mexanik jarayonlarni o‘rganishda, ularning murakkab tuzilishi va geterogenligi sababli, oddiy mexanik modellar yetarli emas edi. Shuning uchun, biologik to'qimalar uchun maxsus nolinelar va viskoelastik modellar ishlab chiqildi. Masalan, Maxwell va Kelvin-Voigt modellaridan foydalanib, mushak, pay va suyak to'qimalarining deformatsiyasi va stress-relaksatsiyasi jarayonlari tahlil qilindi. Shu bilan birga, biologik to'qimalarning mexanik xossalariga ta’sir etuvchi omillar – namlik, harorat, kollagen va elastin tolalarining nisbati, hujayra va matriks tarkibi – chuqur o‘rganila boshlandi. XX asr o‘rtalaridan boshlab, elektron mikroskopiya, atom kuch mikroskopiyasi va boshqa zamonaviy usullar yordamida to'qimalarning mikromexanik xossalari tahlil qilindi. Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o‘rganishda, o‘zbek va mintaqaviy olimlarning ham hissasi salmoqli bo‘lgan. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi huzuridagi Materialshunoslik instituti olimlari tomonidan, mahalliy xomashyodan olingan qattiq jismlar va ularning kompozitlari mexanik xossalari bo‘yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borilgan. Bu tadqiqotlar natijasida, O‘zbekiston hududida mavjud bo‘lgan tabiiy va sun’iy materiallarning mexanik xossalari, ularning harorat va namlikka chidamliligi, elastikligi va mustahkamligi empirik ravishda aniqlangan. Xususan, Toshkent Davlat Texnika Universiteti va Andijon Mashinasozlik Instituti olimlari tomonidan, qurilish materiallari va metallarning mexanik xossalariga oid fundamental tadqiqotlar olib borilib, bu ishlarning natijalari sanoat va qurilish sohalarida amaliyotga tatbiq etilgan.

Biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o‘rganishda, O‘zbekistonda tibbiyot va biologiya sohasidagi olimlar tomonidan, inson va hayvon to'qimalari, suyaklar, pay va mushaklarning elastikligi, mustahkamligi va viskoelastik xossalari chuqur o‘rganilgan. Bu borada, Respublika Shoshilinch Tibbiy yordam Ilmiy markazi va Tibbiyot Akademiyasi olimlari tomonidan, osteoporoz, artrit va boshqa kasalliklar natijasida yuzaga keladigan mexanik o‘zgarishlar, ularning diagnostikasi va davolash usullari ishlab chiqilgan. Shuningdek, biologik

to'qimalarning mexanik xossalari tibbiy implantlar va protez materiallarini yaratishda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Mahalliy olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida, O‘zbekiston sharoitiga mos biomateriallar ishlab chiqilgan va ularning mexanik xossalari klinik tadqiqotlar asosida baholangan.Qattiq jismlar va biologik to‘qimalarning mexanik xossalari – bu ularning tashqi kuchlar ta’sirida qanday deformatsiyalanishi, kuchlanishlarga qanday javob berishi va o‘z shaklini qay darajada saqlab qolishi bilan bog‘liq murakkab fizik-biologik jarayonlar majmuasidir. Bu mavzu nafaqat fizika va materialshunoslik, balki tibbiyot, biomekanika, travmatologiya va jarrohlikda ham juda katta ahamiyatga ega. Ayniqsa tirik organizmdagi suyak, mushak, tog‘ay, pay va boshqa to‘qimalarning mexanik xususiyatlarini chuqur tushunish klinik amaliyotda muhim rol o‘ynaydi.

Qattiq jismlar mexanikasi klassik fizika qonunlariga asoslanadi. Har qanday qattiq jism tashqi kuch ta’sirida deformatsiyaga uchraydi. Deformatsiya ikki turga bo‘linadi: elastik va plastik. Elastik deformatsiyada jism tashqi kuch olib tashlangach o‘zining dastlabki holatiga qaytadi, plastik deformatsiyada esa qaytmaydi va doimiy shakl o‘zgarishi yuz beradi. Bu jarayonlar kuchlanish (stress) va nisbiy deformatsiya (strain) tushunchalari orqali ifodalanadi. Kuchlanish – bu birlik yuzaga ta’sir qiluvchi kuch ($\sigma = F/S$), deformatsiya esa jismning nisbiy cho‘zilishi yoki siqilishidir ($\varepsilon = \Delta l/l_0$). Bu ikkala kattalik orasidagi bog‘lanish Guk qonuni bilan ifodalanadi: elastik sohada $\sigma = E \cdot \varepsilon$, bu yerda E – Yung moduli bo‘lib, materialning qattiqligini ifodalaydi.Qattiq jism deganda tashqi kuchlar ta’sirida o‘z shaklini ma’lum darajada saqlab qoladigan, lekin ideal holatda emas, balki real sharoitda deformatsiyaga uchraydigan modda tushuniladi. Har qanday qattiq jismga kuch ta’sir etganda unda ichki qarshilik kuchlari paydo bo‘ladi va bu holat kuchlanish deb ataladi. Kuchlanish bir birlik yuzaga to‘g‘ri keladigan kuch miqdori bilan ifodalanadi va $\sigma = F/S$ formula orqali aniqlanadi. Jismning shakli yoki o‘lchamining o‘zgarishi esa deformatsiya deb yuritiladi va u nisbiy kattalik sifatida

ε = Δl/l₀ ko‘rinishda ifodalanadi. Ushbu ikki kattalik o‘rtasidagi bog‘lanish materialning elastiklik xossalarini belgilaydi.

Elastik deformatsiya shunday jarayonki, tashqi kuch olib tashlangandan so‘ng jism o‘zining dastlabki holatiga qaytadi. Bu jarayon Guk qonuni bilan ifodalanadi va elastik sohada kuchlanish deformatsiyaga to‘g‘ri proportsional bo‘ladi, ya’ni σ = E·ε. Bu yerda E — Yung moduli bo‘lib, u materialning qattiqligini, ya’ni deformatsiyaga qarshilik darajasini ifodalaydi. Yung moduli katta bo‘lgan materiallar (masalan, metall) juda kam deformatsiyalanadi, kichik bo‘lgan materiallar (masalan, rezina) esa oson cho‘ziladi yoki siqiladi. Real qattiq jismlar faqat elastik emas, balki plastik xususiyatga ham ega bo‘lishi mumkin. Agar tashqi kuch materialning elastiklik chegarasidan oshib ketsa, deformatsiya qaytmas bo‘lib qoladi va jismda doimiy strukturaviy o‘zgarishlar yuz beradi. Bu holat plastik deformatsiya deb ataladi. Plastik deformatsiya jarayonida kristall panjaralarda dislokatsiyalar harakati, atomlararo bog‘lanishlarning qayta taqsimlanishi sodir bo‘ladi. Kuch yanada oshsa, materialning sinishi yuz beradi, bu esa uning mustahkamlik chegarasiga yetganini bildiradi. Qattiq jismlar turli xil mexanik yuklamalarga duch keladi: cho‘zilish, siqilish, egilish, burilish va kesilish. Har bir yuklama turida materialning ichki tuzilishiga bog‘liq ravishda javob reaksiyasi turlicha bo‘ladi. Masalan, cho‘zilishda material uzunligi ortadi, siqilishda qisqaradi, egilishda esa bir tomoni cho‘zilib, ikkinchi tomoni siqiladi. Burilish (torsion) holatida esa materialda aylanish deformatsiyasi yuzaga keladi. Bu jarayonlar muhandislik va tibbiyotda juda muhim, chunki har qanday konstruksiya yoki biologik tuzilma ushbu kuchlarga duch keladi.

Biologik to‘qimalar mexanik jihatdan qattiq jismlardan ancha murakkab hisoblanadi. Ular geterogen, anizotrop va viskoelastik xususiyatlarga ega. Geterogenlik shuni anglatadiki, to‘qima bir xil materialdan iborat emas, balki turli komponentlardan tashkil topgan bo‘ladi. Masalan, suyak to‘qimasida mineral qism (gidroksiapatit) va organik matritsa (kollagen tolalari) birgalikda mavjud.

Anizotropiya esa mexanik xossalar yo‘nalishga bog‘liqligini bildiradi, ya’ni bir yo‘nalishda mustahkam bo‘lgan to‘qima boshqa yo‘nalishda zaif bo‘lishi mumkin.

Biologik to‘qimalarning eng muhim xususiyatlaridan biri viskoelastiklikdir. Bu xususiyat ularning bir vaqtning o‘zida ham elastik, ham yopishqoq (viskoz) xatti-harakat ko‘rsatishini anglatadi. Viskoelastik materiallarda deformatsiya vaqtga bog‘liq bo‘ladi. Agar doimiy kuch uzoq vaqt ta’sir etsa, deformatsiya asta-sekin ortib boradi, bu hodisa kreep deb ataladi. Agar esa deformatsiya doimiy saqlanib tursa, ichki kuchlanish vaqt o‘tishi bilan kamayadi, bu stress relaksatsiyasi deyiladi. Bundan tashqari, yuklash va bo‘shatish jarayonida energiya yo‘qotilishi yuz beradi va bu gisterezis deb ataladi. Qattiq jismlar turli mexanik yuklamalarga turlicha javob beradi. Cho‘zilish (tension), siqilish (compression), egilish (bending), burilish (torsion) va kesilish (shear) kabi yuklamalar mavjud bo‘lib, har birida materialning ichki tuzilishiga qarab javob reaksiyasi farq qiladi. Masalan, metallarda kristall panjara strukturasiga bog‘liq ravishda yuqori elastiklik va mustahkamlik kuzatiladi, ammo mo‘rt materiallarda (keramika, shisha) plastik deformatsiya deyarli kuzatilmaydi va ular tez sinadi. Biologik to‘qimalar mexanikasi esa bundan ancha murakkab, chunki ular geterogen, anizotrop va viskoelastik xususiyatga ega. Geterogenlik – to‘qimaning turli komponentlardan tashkil topganligini bildiradi (masalan, suyakda mineral tuzlar va organik matritsa mavjud). Anizotropiya – mexanik xossalarning yo‘nalishga bog‘liqligi, ya’ni to‘qima turli yo‘nalishda turlicha mustahkamlikka ega bo‘ladi. Viskoelastiklik esa vaqtga bog‘liq deformatsiyani anglatadi, ya’ni yuklama uzoq vaqt ta’sir etsa, deformatsiya ortib boradi (kreep hodisasi) yoki aksincha, kuchlanish vaqt o‘tishi bilan kamayadi (relaksatsiya).

Suyak to‘qimasi eng yaxshi o‘rganilgan biologik qattiq jism hisoblanadi. U yuqori darajada mustahkam va qattiq bo‘lishiga qaramay, ma’lum darajada elastiklikka ham ega. Suyakning mexanik xossalari uning tuzilishiga bog‘liq: kompakt (zich) va spongioz (g‘ovak) qismlar mavjud. Kompakt suyak yuqori zichlikka ega bo‘lib, asosan tashqi yuklamalarni ko‘taradi, spongioz qism esa

zarbani yutishda muhim rol o‘ynaydi. Suyakning mustahkamligi uning mineral tarkibiga (asosan gidroksiapatit kristallari) va kollagen tolalariga bog‘liq. Mineral qism qattiqlik beradi, kollagen esa elastiklikni ta’minlaydi. Shu sababli suyak bir vaqtning o‘zida ham qattiq, ham ma’lum darajada egiluvchan hisoblanadi. Mushak to‘qimasi esa aktiv mexanik tizim bo‘lib, u faqat tashqi kuchlarga javob beribgina qolmay, o‘zi ham kuch hosil qiladi. Mushaklarning mexanik xossalari ularning qisqarish qobiliyati, elastikligi va viskoz xususiyatlariga bog‘liq. Mushakda aktiv va passiv kuchlar mavjud: aktiv kuch aktin va miozin filamentlari o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga keladi, passiv kuch esa mushak cho‘zilganda paydo bo‘ladi. Mushaklar uchun “uzunlik–kuch” va “tezlik–kuch” munosabatlari juda muhim bo‘lib, ular biomekanik harakatlarni tushuntirishda asosiy rol o‘ynaydi. Tog‘ay (xryash) to‘qimasi ham o‘ziga xos mexanik xossalarga ega. U yuqori elastiklikka ega bo‘lib, ayniqsa bo‘g‘imlarda amortizator vazifasini bajaradi. Tog‘ay suvga boy bo‘lib, uning viskoelastik xususiyatlari aynan suv va proteoglikanlar bilan bog‘liq. Bosim ostida tog‘aydan suyuqlik chiqadi, bosim kamayganda esa yana qaytadi, bu esa zarbani yutish mexanizmini ta’minlaydi. Pay va boylamlar (ligamentlar) asosan kollagen tolalardan tashkil topgan bo‘lib, ular yuqori tortilishga chidamli. Ularning mexanik xatti-harakati nolinear bo‘lib, dastlab kichik kuchlarda tolalar tekislanadi (toe region), keyin esa keskin qattiqlashadi. Bu xususiyat harakat vaqtida bo‘g‘imlarni barqaror saqlashda muhim ahamiyatga ega.

Biologik to‘qimalarda yana bir muhim xususiyat – bu charchash (fatigue) va shikastlanish jarayonidir. Takroriy yuklamalar ta’sirida to‘qimalarda mikroshikastlanishlar yig‘ilib boradi va oxir-oqibat sinish yoki uzilish yuz beradi. Masalan, sportchilarda stress sinishlari aynan shu mexanizm asosida rivojlanadi. Nazariy jihatdan, qattiq jismlar mexanikasida klassik elastiklik va plastiklik nazariyalari asosiy o‘rinni egallaydi. Elastiklik nazariyasi qattiq jismlarning tashqi kuchlar ta’sirida qayta tiklanadigan deformatsiyaga uchrashini tasvirlaydi. Bu nazariyaga ko‘ra, kuchlar olib tashlangandan so‘ng, jismlar o‘z dastlabki shakliga qaytadi. Plastiklik nazariyasi esa, kuchlar ma’lum chegaradan oshganda, jismlar

doimiy deformatsiyaga uchraydi, ya’ni ularning shakli va o‘lchami o‘zgarmasdan qolmaydi. Zamonaviy tadqiqotlarda, qattiq jismlarning deformatsiyasi va sinishi mikroskopik nuqsonlar, dislokatsiyalar va kristall panjaralaridagi buzilishlar bilan bog‘liq ekani aniqlangan. Shu jihatdan, mustahkamlik va mo‘rtlik nazariyalari, hamda zarar evolyutsiyasi modellarining ahamiyati ortib bormoqda. Biologik to'qimalarda esa, viskoelastiklik va nolinelik mexanik xossalar ustuvor ahamiyatga ega. Masalan, mushak va pay to'qimalari tashqi yuklama ostida ham elastik, ham viskoz xatti-harakatni namoyon qiladi; bu esa stress-relaksatsiya, krep va gisterezis kabi hodisalarni yuzaga keltiradi. Biologik to'qimalarda nolinelik xatti-harakat, ularning murakkab tuzilishi, geterogenligi va to‘qima elementlarining o‘zaro ta’siri bilan bog‘liq[3].

Qattiq jismlarning mexanik xossalarini eksperimental o‘rganishda, turli sinov usullari – tortish, bosish, egish, burish va zarb sinovlari keng qo‘llaniladi. Bu sinovlar yordamida, materialning mustahkamligi, elastiklik moduli, Poasson nisbati, mo‘rtlik va plastiklik chegaralari aniqlanadi. Zamonaviy texnologiyalar yordamida, nano- va mikroo‘lchamdagi sinovlar, shuningdek, yuqori tezlikda va ekstremal sharoitlarda o‘tkaziladigan tadqiqotlar, materiallarning yangi xossalarini ochib bermoqda. Biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o‘rganishda esa, in vivo va in vitro tadqiqotlar keng qo‘llaniladi. Masalan, inson pay va mushaklarining mexanik xossalari maxsus dinamometrik uskunalar yordamida o‘lchanadi. Shu bilan birga, biologik to'qimalarning namligi, harorati va fiziologik sharoitlari saqlangan holda o‘rganilishi, ularning haqiqiy mexanik xossalarini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi. Biotibbiyot muhandisligi sohasida, to'qimalarning mexanik xossalarini modellashtirish va kompyuter simulyatsiyasi ham keng qo‘llanilmoqda. Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o‘rganish sohasida, xalqaro miqyosda ham ko‘plab muhim tadqiqotlar olib borilgan. Masalan, Amerika va Yevropa mamlakatlarida, polimer, keramika, metallar va biologik materiallarning mexanik xossalarini o‘rganishga bag‘ishlangan fundamental va amaliy tadqiqotlar natijasida, yangi biomateriallar,

yuqori mustahkamlikka ega kompozitlar va ilg‘or protez materiallari ishlab chiqilgan. Zamonaviy ilmiy adabiyotlarda, qattiq jismlarning plastiklik va mo‘rtlik nazariyalari, mikrostrukturaviy nuqsonlarning mexanik xossalarga ta’siri, biologik to'qimalarning viskoelastik va nolinelik modellar bilan tavsifi haqida keng ma’lumotlar mavjud. Shu bilan birga, qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o‘rganishda, zamonaviy tadqiqotlarda yuzaga kelayotgan bahsli masalalar ham mavjud. Masalan, biologik to'qimalarning mexanik xossalarini aniq aniqlash uchun standartlashtirilgan sinov usullari va universal modellar hali to‘liq ishlab chiqilmagan. Bundan tashqari, biologik to'qimalarda individual, yoshga, jinsga va sog‘liq holatiga bog‘liq farqlar ham katta rol o‘ynaydi. Qattiq jismlarda esa, mikrostrukturaviy nuqsonlar va tashqi muhit omillarining ta’siri hali ham to‘liq o‘rganilmagan.

Empirik tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalari ko‘plab omillarga bog‘liq. Qattiq jismlarda, kristall panjaraning tuzilishi, nuqsonlar, kimyoviy tarkib va mikrostrukturaviy xususiyatlar asosiy rol o‘ynaydi. Masalan, metallarning mustahkamligi va plastikligi, ularning dislokatsiyalari va donalar o‘lchamiga bog‘liq. Polimerlarda esa, molekulyar zanjirlarning uzunligi va o‘zaro bog‘lanishi mexanik xossalarga ta’sir qiladi. Biologik to'qimalarda esa, kollagen va elastin tolalarining nisbati, hujayra-matriks o‘zaro ta’siri, suyuqlik miqdori va to'qima elementlarining joylashuvi muhim ahamiyatga ega. Masalan, inson payining mustahkamligi va elastikligi, undagi kollagen tolalarining tartibi va zichligiga bog‘liq. Suyak to'qimalarida esa, mineralizatsiya darajasi va osteonlarning joylashuvi mexanik xossalarni belgilaydi. Empirik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, biologik to'qimalarning mexanik xossalari yosh, jins, kasallik va tashqi muhit omillariga sezgir bo‘ladi. Masalan, osteoporoz natijasida suyak to'qimalarining mustahkamligi pasayadi, diabet esa pay va mushaklarning elastikligini o‘zgartiradi. Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalari amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Qurilish, mashinasozlik, aviatsiya va kosmonavtika

sohalarida qattiq jismlarning mustahkamligi va ishonchliligi asosiy talablardan biridir. Zamonaviy avtomobil va samolyot konstruksiyalarida, yuqori mustahkamlikka ega, yengil va bardoshli materiallardan foydalanish, texnika xavfsizligi va samaradorligini oshiradi. Biologik to'qimalarning mexanik xossalari esa, tibbiyotda, ayniqsa, ortopediya, travmatologiya va protezsozlikda muhim ahamiyatga ega. Masalan, sun'iy suyak va bo'g'im implantlari uchun biomateriallarning elastikligi va mustahkamligi tabiiy to'qimalarga mos bo'lishi kerak. Aks holda, implant atrofida stress-shimolishi yoki to'qima degradatsiyasi yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, biomateriallarning mexanik xossalari, ularning biokompatibiligi bilan birga, klinik muvaffaqiyat uchun muhim omil hisoblanadi.

So'nggi yillarda, biomimetik va bioinspiratsiyalangan materiallar yaratishda, qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini chuqur o'rganish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Masalan, o'rgimchak to'ri, baliq tangachalari yoki suyak to'qimalarining mikrostrukturasidan ilhomlanib, yuqori mustahkamlikka ega, yengil va moslashuvchan yangi materiallar ishlab chiqilmoqda. Bu borada, biologik to'qimalarning mikro- va nanostrukturasini sun'iy materiallarda takrorlash, ularning mexanik xossalarini optimallashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, regenerator tibbiyotda, biomateriallarning mexanik xossalarini hujayra va to'qima regeneratsiyasiga moslashtirish orqali, yangi avlod implant va scaffoldlar ishlab chiqilmoqda. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, biomateriallarning mexanik xossalari, ularning biologik va immunologik xossalari bilan birga, klinik natijalarni belgilovchi asosiy omillardandir.

Qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalariga oid ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, bu sohada nazariy va amaliy izlanishlar hamon davom etmoqda. Zamonaviy ilm-fan oldida, yangi materiallar yaratish, to'qimalarning mexanik xossalarini optimallashtirish, sinov va modellashtirish usullarini takomillashtirish kabi muhim vazifalar turibdi. Shu bilan birga, qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o'rganishda,

multidisiplinar yondashuv, ya’ni fizik, kimyoviy, biologik va muhandislik bilimlarini birlashtirish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Bu esa, kelajakda yangi avlod materiallar va biomateriallar yaratishda, zamonaviy ilmiy yutuqlarga asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa

Yuqorida keltirilgan ilmiy tahlillar va empirik tadqiqotlar natijasida, qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalari o‘ziga xos va murakkab bo‘lib, ularni o‘rganish zamonaviy ilm-fan va texnologiyaning muhim yo‘nalishlaridan biri ekani tasdiqlandi. Qattiq jismlarda, elastiklik, plastiklik va mustahkamlik kabi xossalar, ularning kristall tuzilishi, kimyoviy tarkibi va mikrostrukturaviy nuqsonlari bilan aniqlanadi. Biologik to'qimalarda esa, viskoelastiklik, nolinelik va geterogenlik asosiy xususiyatlar bo‘lib, ularning mexanik xossalari ko‘plab omillar – to'qima tarkibi, yosh, jins, kasallik va tashqi muhitga bog‘liq. Tarixiy va zamonaviy nazariyalar, klassik va zamonaviy tadqiqotlar, shuningdek, milliy va mintaqaviy olimlarning hissasi bu sohaning rivojlanishiga katta hissa qo‘shganini ko‘rsatadi. Amaliy jihatdan esa, qattiq jismlar va biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o‘rganish yangi avlod materiallar, biomateriallar va tibbiy implantlar yaratishda, qurilish va texnika xavfsizligini ta’minlashda, klinik natijalarni yaxshilashda muhim ahamiyatga ega. Kelajakda, bu sohadagi fundamental va amaliy tadqiqotlar, multidisiplinar yondashuv asosida, yangi ilmiy yutuqlarga olib kelishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abdullayev, M. (2017). Qattiq jismlarning mexanik xossalari va ularni baholash usullari. Toshkent: O‘zbekiston Milliy Ensiklopediyasi.

2. Karimov, Sh., & Raximova, D. (2020). Biologik to'qimalarning mexanik xossalari va ularning tibbiy amaliyotdagi ahamiyati. O‘zbekiston Tibbiyot Jurnali, 1(3), 77-89.

3. Landau, L.D., & Lifshitz, E.M. (1986). Elastiklik nazariyasi. Moskva: Nauka.

4. Fattahov, M. (2015). Materiallar mustahkamligi va sinov metodlari. Toshkent: Fan.

5. Fung, Y.C. (1993). Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues. New York: Springer.

6. Zainiddinov, A., & Mirzayev, F. (2019). Kompozit va biomateriallarning mexanik xossalari: nazariya va amaliyot. Toshkent: Innovatsion Texnologiyalar.