

KO'PYOQLIKLARNI EGISH HAQIDA

Abdusaidov Sadriddin Umarali o'g'li

Assistant. Jizzax Politehnika instituti.

Annotatsiya : Ushbu maqolada Geometrik xarakteristikalarini saqlagan holda egish. Shuningdek ko'pyoqni uzluksiz diformatsiya qilish va ko'pyoqliklarni egishga doir eng sodda misollar bayon etiladi.

Kalit so'zlar: egiluvchi ko'pyoqlik, ko'pyoqliklarni egish, geometriya, Brikard oktaedri, harakatchanlik, uzluksiz diformatsiya.

ON THE FOLDING OF POLYHEDRA .

Abdusaidov Sadriddin Umaralievich

Assistant. Jizzakh Polytechnic Institute.

Abstract: This article describes the bending of a polyhedron while preserving its geometric characteristics. It also describes the simplest examples of continuous deformation of a polyhedron and bending polyhedra.

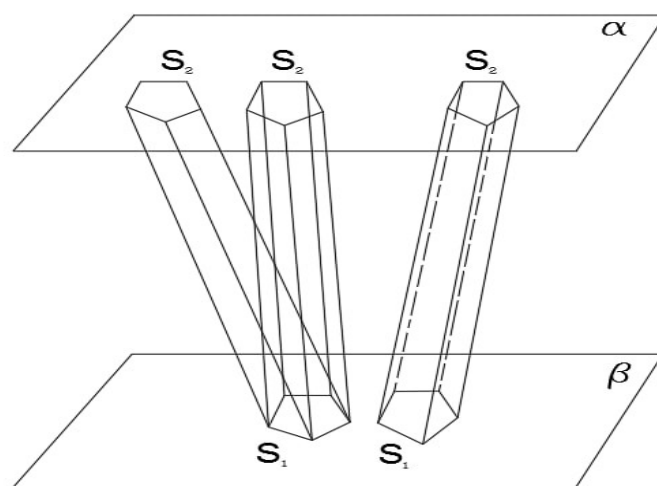
Keywords: bending polyhedron, bending polyhedrons, geometry, Bricard octahedron, mobility, continuous deformation.

Ko'pyoqlarning geometrik xarakteristikalarini saqlagan holda egish deganda uning qirralari, uzunliklari

$l_1, l_2, l_3, \dots, l_m$, uni tashkil qilgan ko'pburchaklarning yuzalari $S_1, S_2, S_3, \dots, S_k$ va hajmi tushuniladi. Shuningdek bir uchga keluvchi ikki l_i, l_j -qirralar orasidagi α_{ij} – burchakni, va yuzalari S_m, S_p – bo'lgan umumiy qirra ega bo'lgan yoqlar orasidagi β_{mp} – burchaklarni hamda parallel yoqlar orasidagi masofani ham geometrik xarakteristika sifatida olish mumkin.

Geometrik xarakteristikalarini saqlagan holda egish deganda, ko'pyoqni uzluksiz diformatsiya qilishni tushunamiz. Bunda talab qilingan geometrik xarakteristika o'zgarishsiz qolishi kerak.

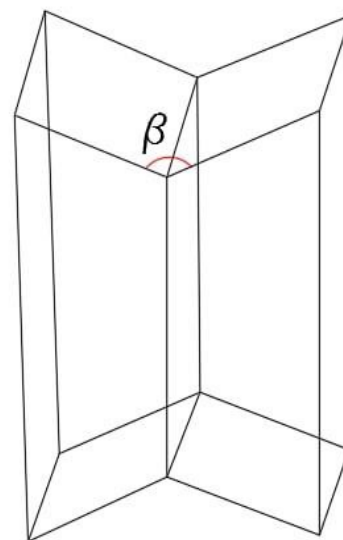
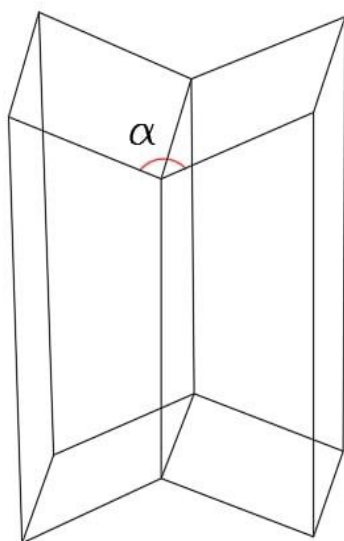
Geometrik xossalarni saqlagan holda egishga doir eng sodda misol, Prizma asoslarini parallel tekisliklarda harakatlantirishdan iborat bo'lgan diformatsiyani keltirish mumkin.



1-rasm

Bu chizma egiluvchan ko'pyoqlarga misol bo'ladi. Chunki ko'pyoqning uchlari, qirralari va yon yoqlaridagi ko'pburchaklar kattaliklari o'zgarmagan xolda diformatsiya qilinayapti. Ta'rifga ko'ra bunday diformatsiya ko'pyoqni egish deb ataladi.

Bunda prizmaasosidagi ko'pburchakning yuzlari S_1, S_2 – asoslari parallel tekisliklarda harakatlanadi. Bu harakatda prizmaning hajmi saqlanadi. Shuningdek uning asoslari bo'lgan S_1, S_2 – yuzali ko'pburchaklar ham o'zgarmaydi. Ammo prizmaning yon yoqlarining qirralari o'zgaradi. Bunda ko'pyoq diformatsiyalanadi, ko'pyoqni egish bo'lmaydi.



$$\alpha < \beta$$

2-rasm

Ko'pyoqni egishga И.Х.Сабитов quyidagicha ta'rif beradi;

Ta'rif. Ko'pyoqni egish deb uning hech bo'lmasa bitta ikki yoqli burchagini o'zgartirish yo'li bilan, qirralari uzunliklari va yon yog'larining yuzalarini saqlagan xolda diformatsiyalashga aytiladi.

Agar ko'pyoq qavariq ko'pyoq bo'lsa, bunday ko'pyoqlarni egish mumkin emasligi haqida fikr yuritishdan oldin uning ochiq yoki yopiqqligini aytib o'tish kerak. Qavariq bo'lmagan ko'pyoqlarni esa egish mumkin. Bu tasdiqni isbotini to'g'ri paralleloepid yangi qirralar va uchlar qo'shish yo'li bilan hosil qilingan ko'pyoq misolida ko'rsatamiz.

Ko'pyoqlarning egilishi bu uzluksiz deformatsiya bo'lib unda ikki yoqli burchaklardan kamida bittasi o'zgaradi ammo ko'pyoqni tashkil etuvchi ba'zi bir elementlari masalan yuzalari qirralari uzunliklari saqlanadi. Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak egiluvchanlikda ko'pyoqlarning yuzalari, qirralari va uchlari atrofida aylanishdan hosil bo'lgan qattiq jismlar sifatida qaraladi. Agar ko'pyoq bunday deformatsiyaga ega bo'lsa bunday ko'pyoq egiluvchan deb ataladi aks holda egiluvchan bo'lmagan deyiladi. Ko'pyoqning qattiq jism sifatida fazodagi harakati uning egiluvchanligi emas, chunki bunday paytda uning bitta ham ikki yoqli burchagi o'zgarmaydi ko'pyoqning bunday fazodagi harakatini ba'zida trivial egilishlar deb ataladi aks holda ta'rifda aytilganidek kamida bitta ikki yoqli burchagi o'zgarsa bunday harakatga notrivial egilish deyiladi.

Ko'pyoqning egilishiga oddiy misol qilib qattiq muqovali kitobning ochilishini misol qilib keltirish mumkin. Ko'pyoqning qirasi kitobning qirrasi sifatida qarasak uning ikki yoqli burchagi o'zgaradi.

Murakkabroq misol qilib n qirrali ko'pyoqda $n \geq 3$ bo'lgan ko'pyoqlarni qarash mumkin.

Yuqorida aytganimizdek qavariq ko'pyoqlarning egilishini o'rganish uchun uning ochiq yoki yopiq ekaligiga e'tibor berish kerak. Agar ko'pyoq yanada murakkabroq bo'lsa, u yopiq bo'lsa, ya'ni uning chekkasi bo'lmasa uning egilishini o'rganish qiyin ishdir, chunki barcha ko'pyoqning ikki yoqli burchaklarining egilishlari bir biriga mos kelishi kerak. Ko'pyoqning egilishi nazariyasidagi birinchi muhim natijani 1813-yilda O.Koshi olgan bo'lib uning mashhur teoremasida har qanday qavariq ko'pyoqning egiluvchi emasligi aytib o'tilgan. Yopiq ko'pyoq egiluvchan bo'lishi yoki bo'lmasligi haqidagi savol uzoq vaqt davomida ochiq bo'lib qoldi. Ko'pyoqning egilishi bo'yicha Pagarelov o'zining shunday teoremasini aytib o'tgan

Teorema : “Yopiq qavariq ko'pyoq egilmaydi”

Bundan kelib chiqadiki qavariq ko'pyoq egilishi uchun u faqat ochiq qavariq ko'pyoq bo'lishi kerak ekan. Bunga yuqoridagi rasmda keltirilgan ustki asosi ochiq prizmani misol qilib keltirish mumkin. Bunda prizmaning asosidagi ikkiyoqli burchagi o'zgarishi hisobiga uning shakli o'zgarmoqda ammo uning yon sirti yuzalari qirralari o'zgarmayapti, Yana undagi ikki yoqli burchagi bilan birgalikda diagonal ham o'zgarayapti.

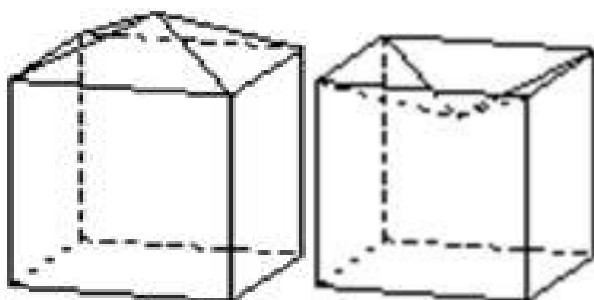
Ko'pyoqlarning egilishi haqidagi dastlabki nazariyani Avgustin Koshi bergan. Uning 1813 –yilda “har qanday qavariq ko'pyoq egiluvchan emas” deya

ta'kidlangan mashhur teoremani isbotlagan .Keling bu teoremaning isbotini ko'rib chiqaylik.Birinchidan Koshining yagonalik teoremasini ko'rib chiqamiz.

Teorema: Bir xil tartibda joylashtirilgan, mos ravishda teng yuzli ikkita qavariq ko'pburchaklar tengdir.

Keling 2-rasmda tasvirlangan ko'pyoqlar qirralari uchi va ko'pburchaklari soni mos ravishda bir xil ammo ular bir biriga teng emas ulardan biri qavariq emas va koshi isbotlaganidek qavariq ko'pburchaklar sinfiga bunday holat mumkin emas

Bu teorema nima uchun qavariq ko'pyoqlardan hammasi deformatsiyanmasligini yoki ular aytganidek deformatsiyanmasligini tushuntiradi.



3-rasm

Teorema: Qavariq ko'pyoq egiluvchan emas.

Haqiqatdan ham ,M qavariq ko'pyoq egiluvchan bo'lsin deylik,unga teng bo'lmagan boshqa M' ko'pyoq mavjud bo'lib uning ikkiyoqli burchaklari M ko'pyoqning burchaklaridan katta farq qilmaydi. Agar farq yetarlicha kichik bo'lsa M' ko'pyoq ham qavariq bo'ladi. Ikki asr davomida geometriyada nafaqat har qanday qavariq ,balki avariq bo'lmagan ko'pyoq ham egiluvchan emas deb hisoblashgan. Keyinchalik olimlarda bu boradagi shubhalar paydo bo'la boshladi.

Yopiq qavariq bo'lmagan ko'pyoqlarning egilishi haqidagi keying natijalarni 1897-yilda Belgiyalik injener Raul Brikard o'rgangan uning ko'pyoqlarning qirralari uzunliklarini saqlagan holda egilishi mumkinligi haqidagi 2 ta mashhur lemmasi mavjud.

Lemmal-Fazoda qarama –qarshi tomonlari $AB=CD$, $AD=BC$, bo'lgan to'rtburchak berilgan bo'lsin.Bu to'rtburchakning simmetriya o'qi AC va BD diagonallarining o'rtalaridan o'tuvchi to'rtburchak markaziga perpendikular ravishda o'tadi.

Brikard o'rgangan va yasagan ko'pyoqlar Brikard oktaedri deb nomlanadi.Brikard oktaedri 6ta uch ,12 ta qirra va 8ta uchburchak yuzadan iborat bo'lgan u xuddi muntazam oktaedr kabi. Biroq , oddiy oktaedrdan farqli o'laroq Brikard oktaedri qavariq bo'lmagan o'z-o'zini kesib o'tuvchi ko'pburchakdir.Shuning uchun uni oddiy karton qog'ozdan yasashni imkoni yo'q bo'lgan.

ADABIYOTLAR:

1. Alexandrov, A.D. "Convex Polyhedra." Moscow: Nauka, 1950.
2. Connelly, R. "The rigidity of polyhedral surfaces." Mathematics Magazine, 1990.
3. Zalgaller, V.A. "Flexible Polyhedra and Their Applications." Saint Petersburg, 2004.
4. Andijon davlat universituti "Zamonaviy matematikaning nazariy asoslari va amaliy masalalari" respublika ilmiy-amaliy anjumani to'plami 2022-y. 345-bet. G'afforov Jahongir Sadirdin o'g'li, Abdusaidov Sadriddin.
5. Jizzax davlat pedagogika instituti Matematika va Informatika fakulteti gazetasi 2022-yil 4-soni. G'afforov Jahongir Sadirdin o'g'li, Abdusaidov Sadriddin Umarali o'g'li. matinfo.jspi.uz