IKKINCHI TARTIBLI EGRI CHIZIQLARNI MODELLASHTIRISH VA ULAR ASOSIDA MUHANDISLIK INSHOOTLARINING QOBIQ SIRTLARINI SHAKLLANTIRISH

Zaitov Samandar Ravshanbekovich

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi

TATU Televizion va media

texnologiyalar kafedrasi asisstenti

ANNOTATSIYA: *Ushbu maqolada muhandislik diskriminanti yordamida ikkinchi tartibli egri chiziq yoyini modellashtirish namunasi hamda egri chiziqni nuqtaviy hisoblashda qurishning grafik algoritmi asosida uning analitik tavsifi bayon etilgan. Elliptik va to'g'ri to'rtburchak asosida shakllantirilgan muhandislik inshootlari qobiq sirtlarini modellashtirish misollari keltirilgan bo'lib, ular elliptik, parabolik, giperbolik va aylana hosil qiluvchilar yordamida olingan.*

KALIT SO'ZLAR*: Ikkinchi tartibli egri chiziq, geometrik modellashtirish, qobiq sirti, muhandislik diskriminanti, egri chiziqni parametrizatsiyalash, sirtni parametrizatsiyalash.*

АННОТАЦИЯ: *В статье представлен пример моделирования дуги кривой второго порядка с использованием инженерного дискриминанта, а также приведено её аналитическое описание на основе графического алгоритма построения при точечном вычислении кривой. Рассмотрены примеры моделирования оболочечных поверхностей инженерных сооружений, сформированных на эллиптическом и прямоугольном основаниях, полученных с использованием эллиптических, параболических, гиперболических и круговых образующих.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Кривая второго порядка, геометрическое моделирование, оболочечная поверхность, инженерный дискриминант, параметризация кривой, параметризация поверхности.*

ABSTRACT: *This article presents an example of modeling an arc of a second-order curve using the engineering discriminant, as well as its analytical description based on a graphical algorithm for constructing the curve by pointwise calculation. Examples of modeling shell surfaces of engineering structures formed on elliptical and rectangular bases are provided; these surfaces are generated using elliptical, parabolic, hyperbolic, and circular generatrices.*

KEYWORDS: *Second-order curve, geometric modeling, shell surface, engineering discriminant, curve parameterization, surface parameterization.*

Mavjud avtomatlashtirilgan loyihalash, axborot va qattiq jismli modellashtirish tizimlarining aksariyatida geometrik obyektlarni shakllantirish bilan bog‘liq qator cheklovlar mavjud bo‘lib, bu obyektlar zarur egrilik qiymatlarida va kerakli parametrizatsiyada aniqlanishi lozim. Ko‘p hollarda bu tizimlar shakl hosil qiluvchi elementlar va geometrik yasashlarning juda cheklangan to‘plamiga ega.

Masalan, ikkinchi tartibli egri chiziqlar eng sodda shakl hosil qiluvchi elementlar qatoriga kirib, ular analitik va geometrik jihatdan keng va chuqur o‘rganilgan bo‘lsa-da [1–9], qattiq jismli modellashtirish tizimlarida to‘liq hajmda amalga oshirilmagan. Eng yaxshi holatda, turli parametrizatsiyalarda ellips qurish imkoniyati mavjud. Parabola bilan ishlash esa yanada murakkab. Giperbolaning yoyini qurish esa faqatgina yaqinlashtirish (masalan, splaynlar yordamida) orqali amalga oshiriladi.

Bundan mustasno holat sifatida “AutoCAD 3D” avtomatlashtirilgan loyihalash va hisoblash tizimini keltirish mumkin, uning yangi versiyalarida “egri chiziq” nomli asbob mavjud. Ushbu asbob ikkinchi tartibli egri chiziqlarni muhandislik diskriminanti yordamida aniqlab qurish imkonini beradi [10]. Endi bundan ham murakkab shakl hosil qiluvchi elementlar haqida gapirmasa ham bo‘ladi.

Masalan, mavjud qattiq jismli modellashtirish tizimlarida hosil qiluvchisi sikloida ko‘rinishida bo‘lgan jismni qanday amalga oshirish mumkin? Holbuki, bu egri chiziq o‘ziga xos xossalarga ega bo‘lib, ular tufayli u ham tautoxrona ham, braxistoxrona ham hisoblanadi. Agar sikloida chizig‘ini boshqa chiziqlar bilan yaqinlashtirib (approksimatsiya qilib) tasvirlasak, tashqi ko‘rinishi deyarli o‘sha holicha qoladi, biroq u o‘zining noyob xossalarini yo‘qotadi.

[11]-ishda yana bir misol keltiriladi: unda bizga oddiy va tanish bo‘lib tuyuladigan, Vasiliy Blajenniy panjarasini bezab turgan piyozsimon gumbazni qurish uchun zarur egrilikka ega bo‘lgan egri chiziqlar asosida geometrik modellarni kompyuterda amalga oshirish maqsadida butun bir geometrik qurishlar tili ishlab chiqishga to‘g‘ri kelgani bayon etilgan. Ammo bunda yana bir muammo yuzaga keladi. Hatto AutoCAD uchun VBA yoki AutoLISP kabi tillarda yozilgan qo‘shimcha dasturiy kodlardan foydalanilganda ham, olingan natijalarni grafik tarzda chiqarish muammosi muqarrar ravishda paydo bo‘ladi va u yana approksimatsiyaga keltirib chiqariladi, chunki boshqa geometrik yasashlarni vizuallashtirish dasturiy mahsulotlar funksional imkoniyatlarida oddiygina nazarda tutilmagan.

Agar masalaga chekli elementlar usulidan foydalanib qattiq jismli modellarni hisoblash nuqtayi nazaridan qaralsa, bunday yondashuv to‘la asosli va ayrim hollarda hatto qulayroq ham bo‘lishi mumkin. Boshqa tomondan esa, agar modelning geometrik xossalaridan foydalanish zarur bo‘lsa, bu yondashuv mutlaqo mos kelmaydi.

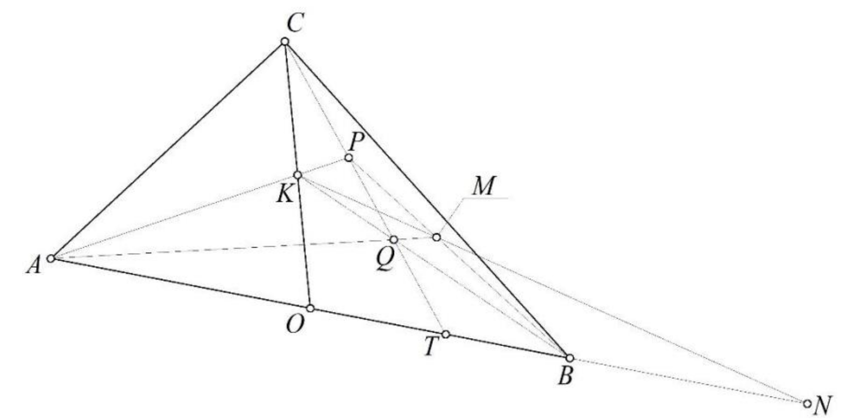
Shu o‘rinda eng sodda geometrik yasash nuqta ekanini eslash o‘rinlidir. Nuqtaning o‘zi hatto o‘lchamga ham ega emas; u cheksiz kichik kattalikning geometrik analogidir. Biroq ko‘plab nuqtalardan foydalanib, istalgan darajadagi murakkablikka ega geometrik obyektlarni hosil qilish mumkin. Inson organizmi atomlardan tashkil topgan bo‘lsa, xuddi shuningdek, istalgan fazodagi har qanday geometrik obyekt ham nuqtaviy hisoblashda tartibga solingan nuqtalar to‘plami orqali tavsiflanishi mumkin [12].

MUHANDISLIK DISKRIMINANTI YORDAMIDA IKKINCHI TARTIBLI EGRI CHIZIQ YOYINI MODELLASHTIRISH

Ma’lumki, ikkinchi tartibli egri chiziq beshta nuqta, beshta urinma yoki nuqta va urinmalarning turli kombinatsiyalari orqali bir qiymatli aniqlanadi. Endi muhandislik diskriminanti yordamida ikkinchi tartibli egri chiziqni qurish algoritmini ko‘rib chiqamiz (1-rasm).

Mazkur holatda ikkinchi tartibli egri chiziq yoyi A va B nuqtalardan o‘tadi hamda shu nuqtalarda mos ravishda AC va BC urinmalariga ega bo‘ladi. Ikkinchi tartibli egri chiziq yoyini bir qiymatli aniqlash uchun u o‘tadigan yana bir K nuqtani belgilaymiz. Qulaylik uchun K nuqta CO medianadagi nisbat orqali aniqlanadi, bu nisbat muhandislik diskriminanti deb ataladi. Shundan kelib chiqib, K nuqtani CAB simpleksida muhandislik diskriminanti k yordamida aniqlaymiz:

$$K=(O-C)k+C=(A-C)\frac{k}{2}+(B-C)\frac{k}{2}+C.$$



1-rasm. Muhandislik diskriminanti yordamida ikkinchi tartibli egri chiziqni aniqlashning geometrik sxemasi.

Ikkinchi tartibli egri chiziq yoyining joriy M nuqtasini aniqlash uchun AB to‘g‘ri chiziqda 0 dan 1 gacha o‘zgaradigan v parametri yordamida parametrik T nuqtani belgilaymiz:

T=(B−A)v+A.(1)

Shunda ushbu CT to‘g‘ri chizig‘ining AK va BK to‘g‘ri chiziqlari bilan kesishishidan oraliq joriy P va Q nuqtalar hosil bo‘ladi. Joriy M nuqtani esa AQ va BP to‘g‘ri chiziqlarning kesishishidan aniqlaymiz.

Endi muhandislik diskriminanti yordamida ikkinchi tartibli egri chiziq yoyini qurishning yuqorida keltirilgan grafik algoritmini analitik tavsiflashga o‘tamiz. (1) nuqtaviy tenglamadan joriy *v* parametrini aniqlaymiz:

$$v = \frac{AT}{AB} = -TBA \rightarrow TBA = -v.$$

KPMQ to‘rtburchagi to‘rtta nuqtaning garmonik nisbatini hosil qiladi:

$$ABTN = \frac{ABT}{ABN} = -1 \rightarrow ABN = -ABT.$$

To‘g‘ri chizig‘idagi uch nuqtaning oddiy nisbatini o‘zgartirish qoidalaridan foydalanib, quyidagilarni olamiz:

$$ABT = \frac{v}{\bar{v}} \rightarrow N = A\frac{\bar{v}}{1-2v} - B\frac{v}{1-2v},$$

Bu yerda ***v′*=1−*vv*'=1-*vv′*=1−*v*–*v*** parametrining 1 ga to‘ldirilgan qo‘shimchasi sifatida olinadi.

P nuqtani AK va CT to‘g‘ri chiziqlarning kesishish natijasi sifatida aniqlaymiz. Buning uchun uni CT kesmasi bo‘yicha joriy nuqta shaklida belgilaymiz:

P=C+t(T−C)=A*v*t+B*v*t+Ct,P=C+t(T-C)=A v_t + B *v*_t + C t,P=C+t(T−C)=A*v*t+B*v*t+Ct,

bu yerda **t′=1−tt' =1 tt′=1−t–t** parametrining 1 ga to‘ldirilgan qo‘shimchasi.

AK va CT to‘g‘ri chiziqlari kesishganda APK harakatlanuvchi uchburchagining maydoni nolga teng bo‘ladi.

Nuqtaviy hisoblash S-teoremasiga muvofiq [12], quyidagilarni olamiz:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \bar{v}t & vt & \bar{t} \\ \dfrac{k}{2} & \dfrac{k}{2} & \bar{k} \end{vmatrix} = 0 \rightarrow P = A\frac{\bar{v}k}{2v\bar{k}+k} + B\frac{vk}{2v\bar{k}+k} + C\frac{2v\bar{k}}{2v\bar{k}+k}.$$

Shu tarzda, joriy M nuqtani KN va BP to‘g‘ri chiziqlarning kesishish natijasi sifatida aniqlaymiz.

$$M = (A-C)\frac{k\bar{v}^2}{k(1-2v)^2+2v\bar{v}} + (B-C)\frac{vt^2}{k(1-2v)^2+2v\bar{v}} + C. \qquad (2)$$

Olingan egri chiziq obvod yoyini tashkil etadi va birinchi tartibdagi silliqlikka ega obvodlarni qurishda ishlatilishi mumkin. Keling, uning ba’zi xossalarini ko‘rib chiqamiz. Muhandislik diskriminanti kkk ni o‘zgartirish orqali ikkinchi tartibli egri chiziqning turli turdagi yoylarini olish mumkin. Agar muhandislik diskriminanti k=0,5k=0,5k=0,5 bo‘lsa, parabola yoyini olamiz; 0<k<0,50< k<0,50<k<0,5 bo‘lsa –giperbola yoyini, 0,5<k<10,5<k<10,5<k<1 bo‘lsa – ellips yoyini hosil qilamiz. Shu bilan birga, qobiq sirtlarini modellashtirish uchun (2) nuqtaviy tenglamani shunday o‘zgartirish zarurki, ikkinchi tartibli egri chiziq yoyini oldindan berilgan uchta nuqta: AAA, KKK va BBB orqali o‘tsin.

Ikkinchi tartibli egri chiziq yoyini qurishning geometrik sxemasiga (1-rasm) muvofiq C nuqtani quyidagi munosabat orqali aniqlaymiz:

$$k = \frac{KC}{OC} \rightarrow C = -A\frac{k}{2\bar{k}} - B\frac{k}{2\bar{k}} + K\frac{1}{\bar{k}}. \qquad (3)$$

(2)-tenglamada simpleksni almashtiramiz va C nuqta o‘rniga (3)-tenglamani qo‘yamiz:

$$M = (A-K)\frac{k\bar{v}(1-2v)}{k(1-2v)^2+2v\bar{v}} + (B-K)\frac{kv(2v-1)}{k(1-2v)^2+2v\bar{v}} + K. \qquad (4)$$

Koordinatalar bo‘yicha hisoblashni amalga oshirib, 3 o‘lchovli fazoda quyidagi bir xil turdagi parametrik tenglamalar sistemasini olamiz:

ISSN: 3060-4567

$$\begin{cases} x=\left(x_A-x_K\right)\dfrac{k\overline{v}\left(1-2v\right)}{k\left(1-2v\right)^2+2v\overline{v}}+\left(x_B-x_K\right)\dfrac{kv\left(2v-1\right)}{k\left(1-2v\right)^2+2v\overline{v}}+x_K \\ y=\left(y_A-y_K\right)\dfrac{k\overline{v}\left(1-2v\right)}{k\left(1-2v\right)^2+2v\overline{v}}+\left(y_B-y_K\right)\dfrac{kv\left(2v-1\right)}{k\left(1-2v\right)^2+2v\overline{v}}+y_K. \\ z=\left(z_A-z_K\right)\dfrac{k\overline{v}\left(1-2v\right)}{k\left(1-2v\right)^2+2v\overline{v}}+\left(z_B-z_K\right)\dfrac{kv\left(2v-1\right)}{k\left(1-2v\right)^2+2v\overline{v}}+z_K \end{cases}$$

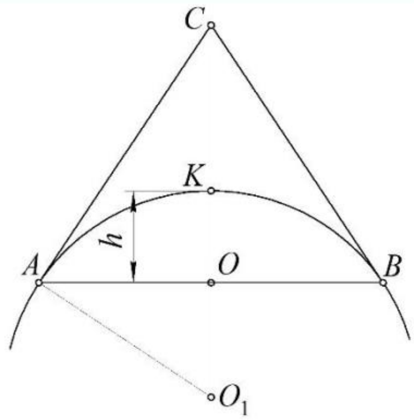
Olingan tenglamalarni turli texnik maqsadlarga ega muhandislik inshootlari qobiq sirtlarining shakl hosil qiluvchi elementlari sifatida samarali qo‘llash mumkin. Muhandislik diskriminanti *kkk* ning mumkin bo‘lgan qiymatlarini tahlil qilganda quyidagi savol tug‘iladi: qaysi *kkk* qiymatida elliptik egri chiziqlar to‘plamidan doirani ajratib olish mumkin? Ushbu savolga javob berish uchun 2-rasmda keltirilgan geometrik sxemadan foydalanamiz. Doira uchta nuqta –AAA,BBB va KKK orqali bir qiymatli aniqlanadi; ularning koordinatalari ma’lum bo‘lsa, quyidagilarni aniqlash mumkin:

Doira OOO markazi va AAA nuqtasi orqali aniqlanadigan radius r1r_1r1, ABABAB xorda uzunligi *ccc* va OKOKOK segmentining balandligi hhh sifatida olinadi.

Kerakli muhandislik diskriminanti qiymatini ACO_1 va ACO to‘g‘ri burchakli uchburchaklarining o‘xshashligidan foydalanib aniqlaymiz.

$$k=\frac{KC}{OC}=\frac{1}{2}+2\frac{h^2}{c^2}. \qquad (5)$$

(5)-munosabatdan ko‘rinib turibdiki, *kkk* qiymati xorda uzunligi va segment balandligiga bog‘liq bo‘lib, izlanayotgan ikkinchi tartibli egri chiziq yoyidan o‘tadigan boshlang‘ich nuqtalarning koordinatalari orqali bir qiymatli aniqlanadi.



2-rasm. Doira yoyining muhandislik diskriminanti qiymatini aniqlashning geometrik sxemasi.

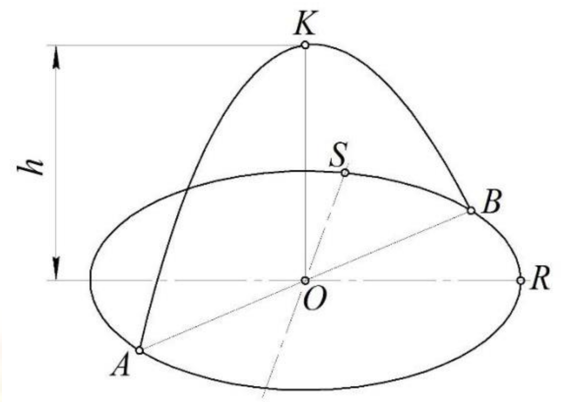
ELLIPTIK ASOSIDA QOBIQ SIRTLARINI MODELLASHTIRISH

Muhandislik amaliyotida elliptik (ayrim hollarda aylana) reja asosidagi qobiq sirtlari keng qo‘llaniladi. Qurilishda ular gumbazli konstruksiyalar deb ataladi va eng iqtisodiy fazoviy konstruksiyalardan biri hisoblanadi, u diametri 150 m gacha bo‘lgan qoplamalarda, qobiq qalinligi esa diametrning 1/600–1/800 qismi bo‘lgan hollarda ishlatiladi. Gumbazli konstruksiyaning geometrik shakli ko‘p jihatdan qobiq sirtining hosil qiluvchi sirt turiga bog‘liq.

Gumbazli konstruksiyalarning uch o‘lchamli geometrik shakllari sifatida sferik, konoid, parabola va elliptik shakllar uchraydi. Amalda sanab o‘tilgan barcha gumbazli konstruksiyalar hosil qiluvchi sifatida ikkinchi tartibli egri chiziqlardan foydalanadi, ularni aniqlash uchun nuqtaviy tenglama (4) qulay vosita hisoblanadi.

Modellashtirishning geometrik sxemasiga (3-rasm) muvofiq, qobiq sirtining umumiy o‘lchamlari O, R, S va K nuqtalari koordinatalari orqali belgilanadi. O nuqta qobiq sirtining elliptik bazasining markazini belgilaydi, R va S esa bazaning reja bo‘yicha o‘lchamlarini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, OR va OS kesmalari ellipsning bog‘langan yarmiyasidir. K nuqtaning koordinatalari orqali qobiq balandligi hhh belgilanadi.

Shunday qilib, O, R, S va K nuqtalari koordinatalarini belgilash orqali elliptik yoki aylana reja asosida, vertikal yoki qiyalik hosil qiluvchi bilan qobiq sirtini olish mumkin. Nuqtaviy tenglamalar yordamida parametrizatsiya qilish bunga hech qanday ta’sir ko‘rsatmaydi. Shu nuqtalar shuningdek qobiq sirtining 3 o‘lchovli fazodagi joylashuvini ham belgilaydi.



3-rasm. Elliptik reja asosida qobiq sirtini modellashtirishning geometrik sxemasi.

Elliptik konturning tayanch chizig‘ini parametrizatsiya qilish uchun, uni doira bir diametr bo‘yicha siqish orqali olingan ellipsning nuqtaviy tenglamasidan foydalanamiz [12]:

B=R+O−S+O(cos ϕ,sin ϕ),(6)B=R+O-S+O\big(\cos\phi,\sin\phi\big),\quad (6)B=R+O−S+O(cosϕ,sinϕ),(6)

bu yerda ϕ∈[0;2π]\phi \in [0;2\pi]ϕ∈[0;2π] – siqilish (yoki cho‘zilish) burchagi bo‘lib, u egri chiziq bo‘ylab ellipsning joriy B nuqtasini belgilaydi.

Geometrik sxemaga muvofiq (1-rasm), elliptik kontur ikki tayanch chiziq shaklida ifodalanishi kerak, ular joriy nuqtalar A va B orqali belgilanadi. Shu holatda joriy nuqta A parametri ϕ\phiϕ 0 dan π\piπ gacha bo‘lgan interval orqali aniqlanadi, joriy nuqta B esa ϕ\phiϕ π\piπ dan 2π\piπ gacha bo‘lgan intervalga mos keladi.

Umumiylikni yo‘qotmasdan, (6) nuqtaviy tenglamada o‘zgaruvchilarni almashtirish mumkin. Natijada, elliptik tayanch konturini, ikki yoydan iborat bo‘lgan qulay parametrizatsiya shaklida olish mumkin.

$$A = -(R-O)u - (S-O)\sqrt{1-u^2} + O,$$
$$B = (R-O)u + (S-O)\sqrt{1-u^2} + O,$$

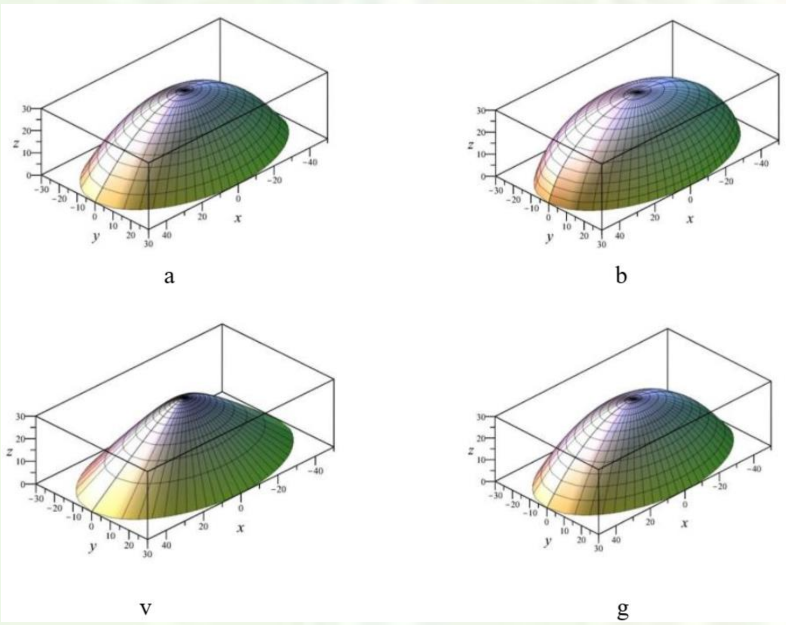
bu yerda u∈[−1;1]– joriy parametr.

O‘rnini almashtirishlar va o‘zgartirishlardan so‘ng, ORSK simpleksida izlanayotgan qobiq sirtining nuqtaviy tenglamasini olamiz:

$$M = (R-O)\frac{uk(1-2v)^2}{k(1-2v)^2 + 2v\bar{v}} + (S-O)\frac{k(2v-1)\sqrt{1-u^2}}{k(1-2v)^2 + 2v\bar{v}} + (K-O)\frac{2v\bar{v}}{k(1-2v)^2 + 2v\bar{v}} + O.$$

Olingan tenglama elliptik (ayrim hollarda aylana) asosidagi qobiq sirtlar to‘plamini tavsiflaydi, ularning hosil qiluvchi chizig‘i ikkinchi tartibli egri chiziq bo‘lib, uch nuqtadan o‘tadi. Ushbu to‘plam faqat ORSK simpleksi boshlang‘ich nuqtalari va muhandislik diskriminanti *kkk* orqali aniqlanadi.

Muhandislik diskriminanti *kkk* ga bog‘liq holda elliptik reja asosidagi bir nechta qobiq sirtlarini modellashtirish bo‘yicha hisoblash tajribasini o‘tkazamiz (4-rasm).

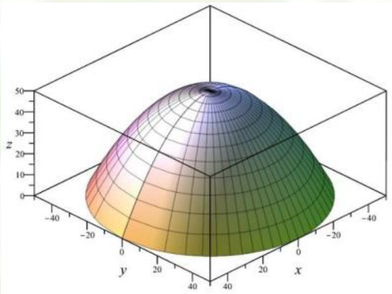


4-rasm. Elliptik reja asosidagi qobiq sirtini vizuallashtirish: a) k=0,5k = 0,5k=0,5 bo‘lgan parabola hosil qiluvchi bilan; b) k=0,8k = 0,8k=0,8 bo‘lgan ellips hosil qiluvchi bilan; v) k=0,2k = 0,2k=0,2 bo‘lgan giperbola hosil qiluvchi bilan; g) aylana hosil qiluvchi bilan.

ISSN: 3060-4567

E’tiborga olish lozimki, elliptik reja asosida qobiq sirtini modellashtirish geometrik sxemasiga (3-rasm) muvofiq, aylana hosil qiluvchining AB xordasi oʻzgaruvchan boʻladi. Shu bilan birga, har bir joriy A va B nuqtalar holati uchun (5)-tenglama boʻyicha oʻziga mos muhandislik diskriminanti qiymati hisoblanadi, bu qiymat ABC harakatlanuvchi uchburchak medianasi orqali oʻtuvchi kesuvchi tekislikning barcha holatlarida qobiq sirtining doira kesmalarini ta’minlaydi (2-rasm).

Mumkin boʻlgan variantlar toʻplamidan sferik qobiqni ajratib olish uchun boshlangʻich O,R,S va K nuqtalar koordinatalarini shunday tanlash kifoya: OR = OS = OK = r (5-rasm).

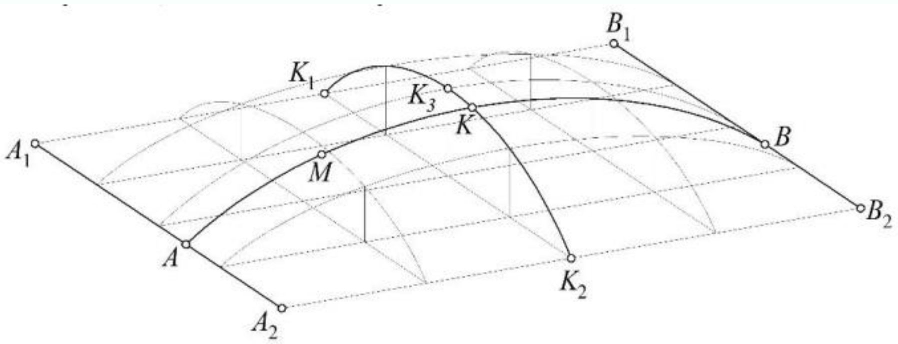


5-rasm. Sferik qobiq sirtini vizuallashtirish.

TOʻGʻRI TOʻRTBURCHAK ASOSIDA QOBIQ SIRTLARINI MODELLASHTIRISH

Toʻgʻri toʻrtburchak reja asosida nuqtaviy tenglama (4) yordamida silindrik qobiq sirtlarini hamda ikki egri chiziqli qobiq sirtlarini aniqlash mumkin. Geometrik jihatdan eng qiziqarli hisoblanadiganlari – ikki egri chiziqli qobiq sirtlar boʻlib, ularning oʻziga xosligi shundaki, qobiq sirtining egriligi ikki muhandislik diskriminanti yordamida boshqarilishi mumkin. Ulardan biri yoʻnaltiruvchi chiziq K1K3K2K_1 K_3 K_2K1K3K2 ni belgilasa, ikkinchisi hosil qiluvchi AKBA K BAKB ni aniqlaydi (6-rasm). Shu bilan birga, K1K_1K1, K2K_2K2 va K3K_3K3 nuqtalari ikkinchi tartibli egri chiziqni modellashtirish nuqtai nazaridan AAA, BBB va KKK nuqtalariga analog hisoblanadi (1-rasm).

ISSN: 3060-4567



6-rasm. Ikki egri chiziqli qobiq sirtini modellashtirishning geometrik sxemasi.

Chiziqli tayanch chiziqlar joriy A va B nuqtalarning harakati orqali aniqlanadi, ularning harakati u∈[0;1]u\in[0;1]u∈[0;1] parametri bilan muvofiqlashtirilgan:

$$A = A_1\overline{u} + A_2u \ , \quad B = B_1\overline{u} + B_2u \ ,$$

Bu yerda u′=1−uu'=1-uu′=1−u-uuu parametrining 1 ga to‘ldirilgan qo‘shimchasi.

Egri tayanch chiziq (4)-tenglamaga o‘xshash nuqtaviy tenglama yordamida aniqlanadi:

$$K = (K_1 - K_3)\frac{k_1\overline{u}(1-2u)}{k_1(1-2u)^2 + 2u\overline{u}} + (K_2 - K_3)\frac{k_1u(2u-1)}{k_1(1-2u)^2 + 2u\overline{u}} + K_3,$$

Bu yerda k1k_1k1-K1K3K2K_1 K_3 K_2K1K3K2 tayanch chizig‘ining egriligini belgilovchi muhandislik diskriminanti. Hosil qiluvchi chiziq ham (4)-tenglamaga o‘xshash nuqtaviy tenglama yordamida aniqlanadi:

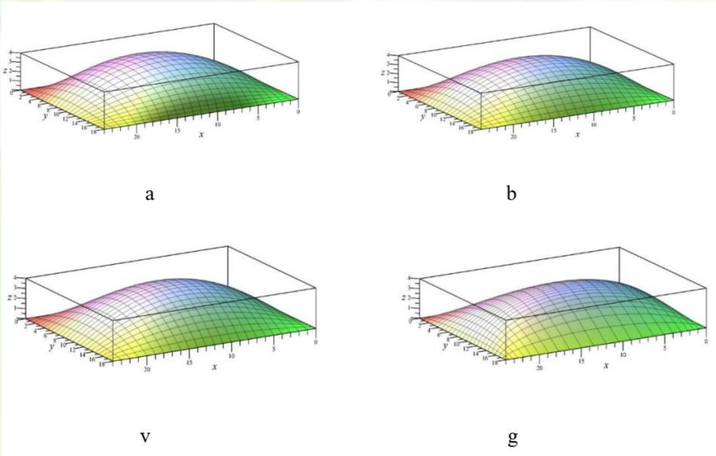
$$M = (A - K)\frac{k_2\overline{v}(1-2v)}{k_2(1-2v)^2 + 2v\overline{v}} + (B - K)\frac{k_2v(2v-1)}{k_2(1-2v)^2 + 2v\overline{v}} + K,$$

Bu yerda k2k_2k2-AKBAKBAKB hosil qiluvchi chiziqning egriligini belgilovchi muhandislik diskriminanti.

Shu tariqa, to‘g‘ri to‘rtburchak reja asosida qobiq sirtini aniqlashning hisoblash algoritmi shakllantiriladi; u harakatlanuvchi simpleks usulini (mazkur holda AKBAKBAKB tekisligi) amalga oshiradi. Ta’kidlash joizki, nuqtaviy tenglamalar asosida olingan ushbu hisoblash algoritmi boshlang‘ich ma’lumotlarga nisbatan to‘liq universal bo‘lib, ular sifatida A1A_1A1,A2A_2A2,B1B_1B1 ,B2B_2B2, K1K_1K1,K2K_2K2 nuqtalar koordinatalari hamda k1k_1k1 va k2k_2k2 muhandislik diskriminantlari xizmat qiladi.

Umumiy holda bu nuqtalar 3 o‘lchovli fazoda istalgan joylashuvni egallashi mumkin va nafaqat to‘g‘ri to‘rtburchak, balki ko‘pburchak reja ham hosil qilishi mumkin. Biroq K3K_3K3 nuqtasi albatta medianada joylashgan bo‘lishi shart, bu 1-rasmda keltirilgan ikkinchi tartibli egri chiziq yoyini aniqlashning geometrik algoritmi shartlaridan kelib chiqadi. Shu bilan birga, hisoblashga oid nuqtaviy algoritm o‘zgarmay qoladi.

Modellashtirish natijalarini qurish va vizuallashtirish uchun bir qator hisoblash tajribalarini o‘tkazamiz (7-rasm).



7-rasm. To‘g‘ri to‘rtburchak reja asosidagi qobiq sirtini vizuallashtirish: a) yo‘naltiruvchi va hosil qiluvchisi parabolik bo‘lib, k1=k2=0,5k_1 = k_2 = 0,5k1 =k2=0,5;
b) yo‘naltiruvchisi giperbolik (k1=0,25k_1 = 0,25k1=0,25) va hosil qiluvchisi elliptik (k2=0,75k_2 = 0,75k2=0,75); v) yo‘naltiruvchisi elliptik (k1=0,9k_1 = 0,9k1 =0,9) va hosil qiluvchisi parabolik (k2=0,5k_2 = 0,5k2=0,5); g) yo‘naltiruvchi va hosil qiluvchisi aylana shaklida.

Albatta, yuqorida keltirilgan misollardan tashqari ham, muhandislik diskriminantlari k1k_1k1 va k2k_2k2 yordamida aniqlanadigan, hosil qiluvchi va yo‘naltiruvchi chiziqlarning turli egrilikdagi boshqa kombinatsiyalari ham mumkin.

XULOSALAR

Maqolada oldindan belgilangan geometrik xossalarga ega ikkinchi tartibli egri chiziqlarni va ular asosida muhandislik inshootlari qobiq sirtlarini aniqlash uchun matematik apparat taqdim etilgan. Bizning fikrimizcha, bunday matematik apparatning dasturiy realizatsiyasi turli maqsadlarga mo'ljallangan avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarida uch o'lchamli modellashtirish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi. Bunda muhandislik diskriminanti qiymatlarini ko'rsatilgan oraliqda tanlashni sonli "slayder" (harakatlanuvchi ko'rsatkich) ko'rinishida qulay amalga oshirish mumkin bo'lib, uni siljitish orqali loyihalovchi o'zgarishlar natijasini darhol ko'radi va zarur mustahkamlik xususiyatlariga, texnik estetikaga hamda badiiy ifodaviylikka ega bo'lgan qobiq sirtining eng maqbul egriligini tanlay oladi.

Geometrik obyektlarni lokal simpleksda aniqlashdan foydalanish esa ko'chirish va burish matritsalarini qo'llamasdan, qobiq sirtining fazodagi holatini bevosita muvofiqlashtirish imkonini beradi. (2) va (4) nuqtaviy tenglamalardan foydalanish faqat ushbu ishda keltirilgan misollar bilan cheklanib qolmaydi. Ular asosida turli texnik maqsadlarga ega qobiq sirtlarini qurish uchun tayanch va hosil qiluvchi chiziqlarning boshqa kombinatsiyalarini ham amalga oshirish mumkin. Masalan, boshlang'ich va oxirgi nuqtalarda urinmalarga ega bo'lgan obvod yoyini tavsiflovchi (2) nuqtaviy tenglama birinchi tartibdagi silliqlik bo'yicha o'zaro tutashadigan bir nechta bo'laklardan (patchlardan) iborat qobiq sirtlarini qurishda samarali qo'llanishi mumkin.

(4) nuqtaviy tenglama esa ko'p o'lchamli interpolatsiyaning geometrik nazariyasidagi [13–17] samarali vositalardan biri bo'lib, muhandislik diskriminanti qiymatlarini o'zgartirish orqali ko'p omilli jarayonning borishini eng yaxshi ifodalovchi geometrik obyekt egriligini tanlash imkonini beradi.

Barcha hisoblash tajribalari va ularning vizuallashtirilishi kompyuter algebrasining tizimlaridan birida bajarilgan. Bunday yondashuvning afzalligi nafaqat muhandislik izlanishlarida zarur bo'lgan qobiq sirtlarini parametrizatsiyalash, balki olingan qobiq sirtini keyingi mustahkamlik va barqarorlik hisoblari uchun chekli elementlar tahlili tizimlarida berilgan miqdordagi chekli elementlarga ajratish imkoniyatining mavjudligidir.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Вертинская Н.Д. О некоторых особенностях поведения кривых второго порядка на проективной плоскости // Современные наукоемкие технологии, 2014. № 10. С. 124-127.

2. Сальков Н.А. Циклида Дюпена и кривые второго порядка. Часть 1 // Геометрия и графика, 2016. Т. 4. № 2. С. 19-28.

3. Волошинов Д.В. Единый конструктивный алгоритм построения фокусов кривых второго порядка // Геометрия и графика, 2018. Т.6. №2. С. 47-54.

4. Короткий В.А. Компьютерная визуализация кривой второго порядка, проходящей через мнимые точки и касающейся мнимых прямых // Научная визуализация, 2018. Т.10. №1. С. 56-68. DOI 10.26583/sv.10.1.04.

5. Короткий В.А., Усманова Е.А. Применение кривых второго порядка для конструирования гладких каркасно-сетчатых поверхностей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура, 2014. Т.14. №3. С. 45-48.

6. Панчук К.Л. Кривые второго порядка эллиптической плоскости: монография // Омск: Издво ОмГТУ, 2015. 92 с.

7. Мясоедова Т.М. Построение обводов второго порядка гладкости из дуг кривых 2-го // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность, 2019. №1. С. 212-215. DOI 10.25206/2310-4597-2019-1-212-215.

8. Абрамов Е.В., Шевцова Т.С. Упрощение общего уравнения кривой второго порядка с помощью квадратичной формы // Вестник ВИЭПП, 2019. № 2. С. 6-10.

9. Деменева Н.В. Аналитическая геометрия. Кривые второго порядка // Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова". Пермь: ИПЦ Прокрость, 2019. 310 с. ISBN 9785942794613.

10.Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование // М.: ИНФРА-М, 2019. 400 с.

11.Boykov A.A. Development and application of the geometry constructions language to building computer geometric models // IoP conference series: Journal of Physics: Conf. Series 1901 (2021), 012058. DOI:10.1088/1742-6596/1901/1/012058.

12.Балюба И.Г., Конопацкий Е.В., Бумага А.И. Точечное исчисление // Макеевка: ДОННАСА, 2020. 244 с.

13.Конопацкий Е.В. Геометрическая теория многомерной интерполяции // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. Брянск: БГТУ, 2020. №1(07). С. 9-16. DOI: 10.30987/2658-6436-2020-1-9-16.