

А.К. Байдабеков¹, Э.А. Кемелбекова¹, Б.Ж. Ермекбаев²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

²Астана құрылыс материалдары, Астана, Қазақстан

E-mail: a.baydabekov@mail.ru, e.kemelbekova@mail.ru, ebakitgan@mail.ru

Дөңес шатыр – күмбез бетінің атауының қалыптасуы мен бетті жаңа жобалау тәсілі

Аңдатпа. Мақалада күмбез атауының қайдан пайда болғаны және киіз үйдің күмбез бетіне қатысы барын қарастырдық. Сонымен қатар күмбез бетті жобалаудың жаңа түрі көрсетілген. Бұл зерттеуде биквадратты түрлендірудің графикалық үлгісін пайдаланып, түрленетін түзу сызықтың, яғни n прообраздың әр нүктесі күмбез бетінің қимасын құрайтын нүктелерге түрленеді, ал түрленіп отырған түзу сызық күмбез бетінің қимасын береді. Содан соң табылған күмбез бетінің осы қимасын Ox_2 тік қимасына қатысты айналдырып, іздеп отырған күмбез бетін аламыз. Алынатын күмбез беті алдын ала талаптарға сәйкес жобалау кезінде қиманың пішімі мен өлшемдері беріледі. Сондықтан күмбез беттінің қимасын, яғни күмбезді қисық беттің жобасын жобалау кезде ұсынып отырған биквадратты түрлендіру әдісі жобалаушыларға тәжірибелік тұрғыдан оңай және жеңіл әдіс болып табылады. Бұл ұсынып отырған әдіс өзінің қарапайымдылығымен әр түрлі осындай қисық беттерді және инженерлік есептерді шешуге арналады.

Түйін сөздер: күмбез беті, күмбез қаңқасы, күмбез түрлері, гомбәд, биквадратты түрлендіру, геометриялық түрлендіру, биквадратты түрлендіруінің графикалық үлгісі.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2023-143-2-26-35

Кіріспе

Құрылыста күмбез беті қабықшаларын жобалау кезінде осы беттің пішімінің әдемі және сұлу болуы, сонымен бірге күмбез бетінің аэродинамикалық сипаттамасы мен беттің бүйір бетінің ауданы мейлінше минимальды болуы ескерілді. Сонымен қатар күмбез беттің жобалауы мен оның құрылысы, яғни салынуы едәуір аз уақыт пен әр түрлі құрылымдарын азайтуды қажет етеді. Сондықтан құрылыста күмбез беті қабықшалар бетін құрылымдауы сәулеттік жобалауда өзекті мәселе болып табылады [3, 13].

Ежелде құрылыс саласы өркендеу дәуірінде үйлер мен ғимараттардың үстін жабу кезінде, яғни шатырларын конструкциялардың әр түрлі болып дамуы олардың аттарының қалыптасуына әсер етті. Орта ғасырда араб халипатының пайда болуы, әр түрлі ғылымдардың осы кезде дамуы әр түрлі салаға әсер етті. Шатырлардың атауын арабтар «Құмбағ» деп атады. Мұның қазақ тіліндегі мағынасы «төңкерілген аспан» деген сөз болады. Арабтармен қатар парсы тілінің ықпалы да біздің сөз байлығымызға әсер етті. Парсы тілінде төңкерілген аспан шатырлары «Гомбәд» деп аталды. Бұл сөздің аудармасы «дөңес шатырды» деп аталады. Келе бұл сөз «Күмбез» сөзіне айналып халықтың санасына сіңіп кеткен.

Сонымен «Күмбез» беті дегеніміз үлкен аралықтарда қолданылатын шатыр құрылымдарының кең таралған түрін айтады. Мұндай жабындардың металл нұсқаларын таңдау үнемділікке, материал сыйымдылығына және құрылымдарды орнатудың аз еңбек сыйымдылығына байланысты. Ежелгі кезден күмбез беттерін негізінен тастан немесе күйген кірпіштен жасалған. Бұл ежелгі күмбездердің табандарының диаметрлері, яғни максималды ұзындығы 40 м-ге дейін болған, мысалға Сирияда, Ежелгі Римда, Иранда, Месопотамия және Орта азияда [6, 7]. Осындай кірпіштен салынған Орта ғасырда орталық Азиядағы ең үлкен күмбез беті Түркістан қаласындағы Қожа Ахмет Ясауи кесенесіндегі күмбез болып табылады. Әрине керамикалық кірпіштен салынған күмбез беттің қабырғасы қалыңдап, салмағы өседі. Қазіргі заманауи уақытта күмбез бетін, яғни күмбездер құрылыс басында металл және темірбетон конструкцияларын қолданып, олардың аралықтары ұзартуға немесе кеңітуге және қабықшалары ана ғұрлы азайтуға мүмкіндік пайда болды. Күмбез беті – бұл негізінен үш элементтен тұрады, яғни аралық жүйесі: төменгі тірек сақинасы, қабық, жоғарғы тірек сақинасы [8].

Сонымен қатар күмбез беттері геометриялық сұлбаларына байланысты беттердің құрылымдық қаңқалары негізінен үш түрге бөлінеді: бірінші түрі – қырлы, яғни күмбез бетінің қимасының жартысын бөліп алып құрау; екінші түрі – қырлы-сақиналы, яғни бетінің қимасының жартысын вертикалды түрде жинап, әр түрлі деңгейде жер бетіне параллель сақиналармен құрау; ал үшінші түрі – торлы [3, 4]. Күмбездердің басым көпшілігі негізінде жарты сфера тәрізді етіп салынған.

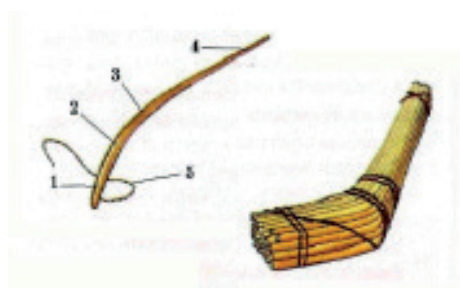
Бұл жұмыста жоғарыда көрсетілген қаңқалы күмбез бетінің жобалауын биквадратты түрлендіруін пайдаланып күмбездің қаңқасын кез келген пішімде жасауға болатын әдісін қарастырамыз.

Дөңес шатыр – күмбез бетінің атауының пайда болуы

Қазақтардың пайдаланып жүрген киіз үйлері қола дәуірінен басталады деп тұжырымдайды тарихшылар. Біздің дәуірімізге дейін 7 ғасыр бұрын халық арасында кеңінен қолдана бастаған. Міне осындай киіз үйдің табаны мен қабырғасы шеңбер болса, ал төбесі дөңгелек жарты ай тәрізді болып келген. Киіз үйді қыста шошайтып ал жазда жайып тігетін болған, сондықтан төбесінің пішімі де өзгеріп отырған. Бірақ бәрібірде киіз үйдің пішімін сақтаған. Ертеде қазақтар тұрған үйлерін «Шошала» деп атаған [1]. Бұл шошаланы ағаштан торлап немесе тастан дөңгелек жарты ай сияқты етіп жасалады. Киіз үй өз құрылымына байланысты кереге, уық және шаңырақтан тұрады. Үйдің қабырғасы кереге, яғни бірнеше қанаттан тұрса, ал төбесі немесе жабыны уық пен шаңырақтан құралған дөңгелек жарты ай тәрізді құрылымнан тұрады. ХVІV ғасырдың бірінші жартысына дейін қазақ киіз үйлері 12, 15 және 18 қанаттан тұрған. Бұл үйлердің төбелері «күмбез» тәрізді тіреусіз жарты ай секілді болған. Яғни күмбез атауының ежелгі шығуы тарихы тереңде жатыр. Бұл сөз ежелгі түрік тілінде екі буыннан тұрады «күм» және «онсыз». Мағынасы «қойма», «сздан жасалған жабын», «жер» және «топырақ» деген сөздерді береді. Ал қазақ тілінде «төбе» деген мағына береді. Себебі қайтыс болған адамдарға ескерткіш ретінде саз балшықтан жасалған кірпіштен каланған мазарларды айтады. Бұл туралы 1860 жылы орыс саяхатшысы М.И. Венюков өзінің қол жазбаларында атақты адамдарына арналған ежелгі ескерткіштері мен ата-бабаларының қабірлерін құрметтейтін, сонымен қатар қабірлердің үстіне тас қабрғалары бар жарты айшық пішінді қабірлер тұрғызатынын атап кеткен [2].

Жарты айшық тәрізді дөңгелек жабынды киіз үйдің үстінгі жағын алып қайтыс болған адамның үйшігі ретінде жасаған. Бұл киіз үйдің қаңқасының негізгі құрамы уық пен шаңырақтан тұрады. Үйдің уық жасалуына, яғни иілуіне байланысты бірнеше бөліктерден тұрады және бөліктердің өз аттары бар. Уықтың керегемен байланатын бір үшін доғаға ұқсас болуына байланысты оның атын «доғалай» (1) дейді. Ал уықтың иілген жерін «иығы» (2) деп атайды. Иық киіз үйге түскен жүкті көтеріп тұратын уықтың бөлігі болып табылады. Ал уықтың үшін төрт қырлы етіп ұштап шаңырақ көзіне қадалатын

бөлігін «қалам» (4) дейді. Осы қалам мен уықтың иыққа дейінгі түзу бөлігін «қары» (3) деп атайды. Уықтың доғалайын тесіп жіңішке қылдан жасалған бауды «уықбау» (5) деп атайды. Міне осы киіз үйдің уықтарынан жиналып «күмбез» бетінің қаңқасы пайда болады. Бұл уықтардан жиналған қаңқаның геометриялық пішімі үш сфераны жанап өтетін қисықтан құралады. Еліміз «араб халипаты» құрамында болғандықтан біздің сөз қорымызға араб тілінде «Құббағ» мағынасы «төңкерілген аспан» деген сөзі мен парсы тілінің «Гомбәд», яғни мағынасы «дөңес шатырды» деген сөздерінен «Күмбез» сөзі халыққа сіңіп кеткен.



Күмбез беттері Ежелгі Парсы және Римдік әлемінде кеңінен тараған. Дөңгелек табандары бар күмбездерден бөлек квадратты табандары бар күмбездер сол беттердің геометрикалық символикасын көрсетеді. Күмбезді кемелдіктің, мәңгіліктің және аспанның, ғарыштың моделі ретінде ерекше символикасын Ахемендтер мен үнді билеушілерінің Рим билеушілері еліктеп қабылдаған.

Биквадратты L_6 түрлендіруін қолдануымен қисықтарды алу

Күмбезді беттің қаңқасын жазық қисық сызық, яғни беттің қимасы түзу сызық ретінде әр түрлі тәсілдерімен беруге болады [4].

Ұсынылып отырған бұл тәсілде жазық қисық сызық күмбез бетінің қаңқасын n қисығы, яғни прообраз деп алып, биквадратты L_6 түрлендіруіне айналдырып, соның нәтижесінде образ – n' қисық сызығынақты қисығы табылады [4]. Басқа сөзбен айтқанда, n' образ қисығы n прообразы мен L_6 биквадратты түрлендірілуі арқылы беріледі.

Сонымен, бұл прообраз келесі теңдеумен беріледі:

$$x_2 = kx_1 + m,$$

мұндағы: k, m – тұрақты коэффициенттері (көрсеткіштері).

Биквадратты L_6 түрлендірілуі келесі теңдеумен беріледі:

$$\begin{cases} x'_1 = \sqrt{x_2^2 - x_1^2} \\ x'_2 = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} \end{cases},$$

$$\begin{cases} \tilde{\alpha}_1 = \sqrt{\frac{\tilde{\alpha}_2'^2 - \tilde{\alpha}_1'^2}{2}} \\ x_2 = \sqrt{\frac{x_2'^2 + x_1'^2}{2}} \end{cases}$$

мұндағы: x'_1, x'_2 – образ нүктесінің координаттары;
 x_1, x_2 – прообраз нүктесінің координаттары.

$$\sqrt{\frac{x_2'^2 + x_1'^2}{2}} - k \sqrt{\frac{x_2'^2 - x_1'^2}{2}} - m = 0$$

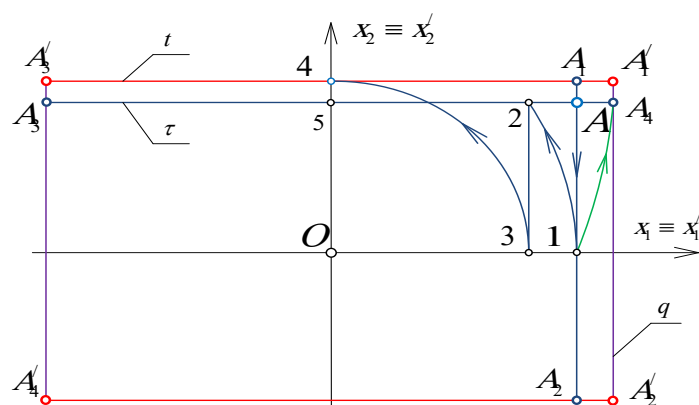
мұндағы: k, m – тұрақты коэффициенттері (көрсеткіштері).

Күмбез бетінің қаңқасын табу үшін, алдымен түзу сызық n прообраз ретінде алып, биквадратты L_6 түрлендірудің негізі беттің қаңқасы жазық қисық сызықты n' образын табамыз. Күмбез беті салу үшін, сол табылған жазық қисық сызықты, яғни n' образын өз осі бойымен айландырамыз [9, 10, 11].

Сонымен қатар, жазық қисық сызықты n' образын пішіні n прообраз теңдеуінің m және k көрсеткіштеріне, яғни коэффициенттерінің мәндеріне байланысты.

Биквадратты L_6 түрлендіруін графикалық түрінде орындау

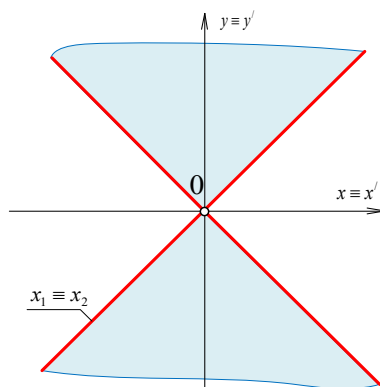
Биквадратты L_6 түрлендіруінің графикалық үлгісі түріндегі түрлендірілуі 1-ші суретте келтірілген, бұл жерде A (прообраз) нүктесінің A_1', A_2', A_3', A_4' (образдар) төрт нүктелеріне түрлендіруі салынған [5].



Сурет 1. Биквадратты L_6 түрлендірудің графикалық үлгісі

Алдымен A нүктесін аламыз, содан кейін осы нүктеден Ox_1 осіне перпендикуляр сәуле жүргізіп 1 нүктесін аламыз, Ox_1 осінен осы қиылысқан тік түзуді жүргіземіз. Сонымен қатар, берілген A нүктесінен Ox_1 осіне параллель τ түзуін жүргіземіз. 1 нүктеден 2 нүктеде τ түзуімен қиылысқанға дейін центрі O нүктесімен шеңбер жүргіземіз. 2 нүктеден 3 нүктеде Ox_1 осімен қиылысатын тік түзуді жүргіземіз. 3 нүктеден 4 нүктеде Ox_2 осімен қиылысқанға дейін центрі O нүктесімен шеңбер жүргіземіз. 4 нүкте арқылы Ox_1 осіне параллель t түзуін жүргіземіз. 1 нүктеден τ түзуімен қиылысқанға дейін центрі 5 нүктесімен шеңбер жүргізіп A_4' нүктесін аламыз. A_4' нүктесінен q тік түзуін жүргіземіз. t және q түзулердің қиылысуы A_1' нүктесін анықтаймыз. Ox_2 осіне қатысты A_3' нүктесі A_1' нүктесіне симметриялы болады. Ox_2 осіне қатысты A_2' нүктесі A_1' нүктесіне симметриялы болады. Координата жүйесінің бастамасына A_4' нүктесі A_1' нүктесіне симметриялы болады.

2-ші суретте биквадратты L_6 түрлендіруі аясындағы түрлендіру болатын аймақ көрсетілген [12, 14].

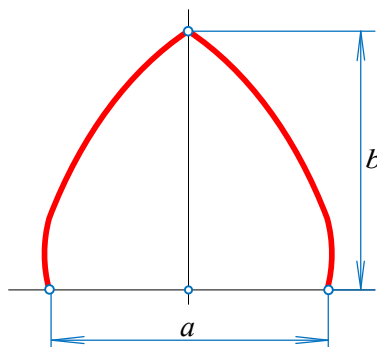


Сурет 2. Биквадратты L_6 түрлендіру аймағы

Күмбезді алдын ала берілген параметрлері бойынша жобалау

Күмбез бетінің қимасы, яғни қаңқасы жалпы жағдайда орналасқан түзу сызықтың биквадратты түрлендіруін пайдаланып анықтау есебін төменде қарастырылады.

Күмбезді жобалау үшін, алдымен күмбез бетінің қимасының (қаңқасының) биіктігі (b) мен табанының ұзындығы (a) (диаметр) беріледі (Сурет 3). Осы a және b параметрлерді пайдалана отырып беттің қимасын анықтау үшін биквадратты L_6 түрлендіру әдісін алып, беттің прообразы ретінде декартты координатар жүйесінде жалпы жағдайда орналасқан, $x_2 = x_2'$ осіне 30° градус болатын түзу сызықты аламыз.



Сурет 3. Күмбез бетінің қимасы

Күмбез бетін құрылымдау үшін алдымен образдың мәнін алдын ала берілген параметрлері арқылы прообраздың параметрін, яғни қисық сызықты тауып аламыз. Бұл қисық сызық келесі төмендегі теңдеумен беріледі:

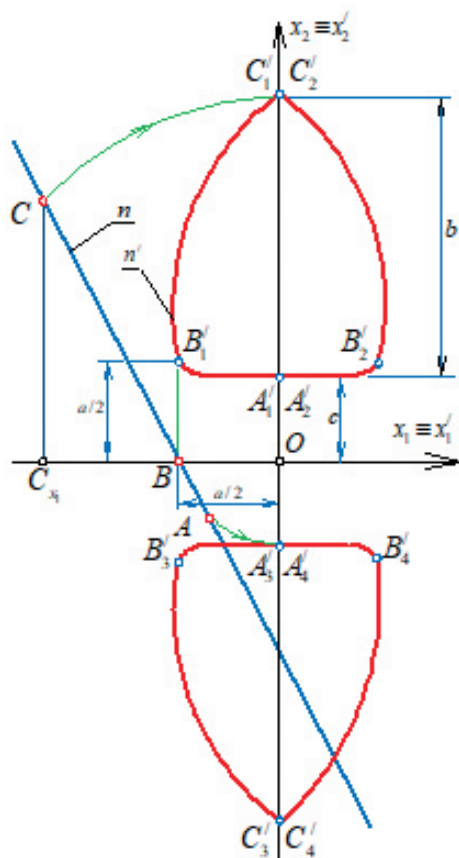
$$\begin{cases} x_1' = \sqrt{x_2^2 - x_1^2} \\ x_2^1 = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} \end{cases}, \quad (1)$$

мұндағы: x_1', x_2' - образ нүктесінің координаттары;
 x_1, x_2 - прообраз нүктесінің координаттары.

Егер мысал қарастыратын болсақ, түрленетін түзу сызықты, яғни n прообразын 4-ші суретке сәйкес жалпы жағдайдағы түзу сызығы алып және оның теңдеуін келесідей етіп жазамыз:

$$x_2 = kx_1 + m, \quad (2)$$

мұндағы: k, m – тұрақты коэффициенттері.



Сурет 4. Төртінші ретті қисық (күмбездің қимасы)

Түзу сызықтың, яғни n қисық сызықтың прообраздың k және m көрсеткіштерін табу үшін биквадратты L_6 түрлендіруінің графикалық моделіне салып анықтаймыз. Бұдан бөлек түзу сызықтың басқа n прообраздары ретінде B мен C нүктелерін аламыз. Мұнда B прообраз – нүктесі және B_1' образ – нүктесі $a/2$ шамасына тең бірдей абсциссаға ие болады. B_1' және B_2' нүктелері 4-ші суреттегідей n' қисық сызығына сәйкес образының сыртқы пішін беретін нүктелері болып табылады. Осыған байланысты B нүктесінің координаттарына тең болады, сондықтан координаталар мәні төмендегідей болады:

$$x_{1B} = \frac{a}{2}, \tag{3}$$

$$x_{2B} = 0. \tag{4}$$

Биквадратты L_6 түрлендіруінің графикалық моделінің көмегімен C нүктесін түрлендіріп, Ox_2 осінде жататын $C_1'=C_2'$ және $C_3'=C_4'$ образ болатын нүктелерді тауып оске саламыз. Мұндағы $C_1'=C_2'$ образ болатын нүктелер $(0; b+c)$ координаталарына тең болады. Ал бұл C_1' нүктесіне координаттары $x_{1c}=x_{2c}$ шартын қанағаттыратын C нүктесіне сай келеді. Енді C_1' нүктесін анықтау үшін келесі теңдеу арқылы шешеміз:

$$x_{1c}^2 + x_{2c}^2 = (b+c)^2, \tag{5}$$

мұндағы c мәнін төмендегідей теңдеу арқылы табамыз:

$$c = \frac{m\sqrt{2}}{1-k}.$$

$x_{1c}=x_{2c}$ ескере отырып, (5) теңдеуден x_{1c} табамыз:

$$\tag{6}$$

$$x_{1c} = \frac{b+c}{\sqrt{2}} = x_{2c}$$

Түзу сызықтың n прообразының B және C нүктелері арқылы өтеді. Осы шартты ескере отырып, теңдеу жүйесін құрастырамыз:

$$\begin{cases} 0 = k \frac{a}{2} + m; \\ \frac{b+c}{\sqrt{2}} = k \frac{b+c}{\sqrt{2}} + m. \end{cases} \quad (7)$$

(7) теңдеу жүйесінің бірінші теңдеуінен, m мәнін тауып аламыз:

$$m = -k \frac{a}{2} \quad (8)$$

Келесі m мағынасын анықтау үшін (7) жүйесіндегі екінші теңдеуіне екінші теңдеуіне қойып, k көрсеткішін анықтаймыз:

$$k = \frac{\sqrt{2}(b+c)}{\sqrt{2}(b+c) - a} \quad (9)$$

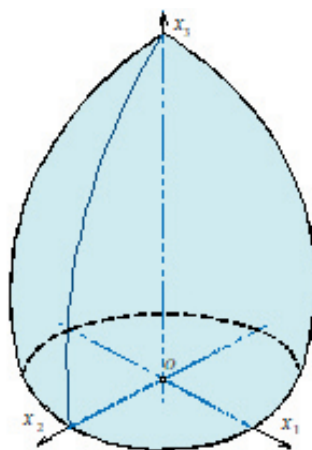
Енді (9) теңдеуіне (8) теңдеуіне қойып, m мәнін тауып аламыз:

$$m = -\frac{a}{2} \left(\frac{\sqrt{2}(b+c)}{\sqrt{2}(b+c) - a} \right)$$

Осыдан кейін түзу сызықтың n прообразын биквадратты L_6 түрлендіруінің графикалық модельге салып, алдын ала берілген шарттарды қанағат ете алатын күмбез бетінің іздеп отырған қимасын тауып аламыз. Бұл қима сызығының теңдеуі түрлендіруіне айналдырып алдын ала берілген шарттарға қанағат ететін күмбездің келесідей өрнекпен жазылады:

$$\sqrt{\frac{x_2'^2 + x_1'^2}{2}} - \frac{\sqrt{2(\hat{a} + \hat{n})}}{\sqrt{2(\hat{a} + \hat{n})} - \hat{a}} \sqrt{\frac{x_2'^2 - x_1'^2}{2}} - \frac{\hat{a}}{2} \left(\frac{\sqrt{2(\hat{a} + \hat{n})}}{\sqrt{2(\hat{a} + \hat{n})} - \hat{a}} \right) = 0 \quad (10)$$

Сонымен прообразын биквадратты L_6 түрлендіруінің графикалық моделін пайдаланып, түзу сызықтың n прообразының әр нүктесін күмбез бетінің қимасы болатын қисық сызықтың төрт нүктесіне түрленеді. Егер табылған күмбез бетінің қимасын Ox_2 осі бойымен айналдыратын болсақ, онда іздеп отырған күмбез бетін аламыз (Сурет 5).



Сурет 5. Күмбез бетті

Қорытынды

Мақалада күмбез бетінің атауының қайдан пайда болғаны және ежелден келе жатқан қазақ халқының тұрағы киіз үйдің күмбез бетіне қатысы бары анықталды. Бұдан бөлек биквадратты L_6 түрлендіруінің гафикалық моделін пайдаланып, түзу сызықтың әр нүктесін күмбез бетінің қимасы болатын қисық сызықтың төрт нүктесіне түрлендіре отырып күмбез беті анықталды. Беттің алдын ала пішімдері белгілі болған жағдайда ұсылып отырған әдіс тиімді әрі оңай салынады болады. Тағы да күмбез бетінің әр қимасы бір теңдеумен берілетін болғандықтан компьютердің көмегімен бетті салу, яғни мұндай инженерлік есептерді шешу анағұрлым жеңілдейді. Көбіне күмбезді беттер жарты сфера секілді беттер болып келсе бұл биквадратты түрлендіру әдісін пайдаланып қаңқасы кез келген пішімде жобалап жасауға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Кривцова-Гракова О.А. Общие сведения о ранних кочевниках Средней Азии и их группировках. – М.: МГУ – 1944.
2. Венюков М.И. Путешествия по окраинам Русской Азии и заметки о них. – СПб.: Тип. Имп. Акад. Наук.1868 – 234 с.
3. Лишницкий М.Е. Купола. Расчет и проектирование. – Л.: Стройиздат. – 1973 -129 с.
4. Нурмаханов Б.Н. Разработка алгоритмов моделирования нелинейных точечных соответствий плоскости, порождаемых установлением бинарных моделей поверхностей, и их практическое применение: автореф.... канд. техн. наук: 05.01.01. –Киев: – 1978 -18 с.
5. Мелик-Саргсян Г.С. Дву-двузначные квадратичные преобразования и их использование для конструирования поверхностей и сжатия графической информации: автореф ... канд. техн. наук. – М.: МАИ. – 1984 -61 с.
6. Кузнецова В.В. Металлические конструкции: справочник проектировщика: в 3-х т. / Стальные конструкции зданий и сооружений. – М.: АСВ, 1998. – 512 с.
7. Тур В.И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности: – М.: АСВ, 2004. – 96 с.
8. Энгель Х. Несущие системы / пер. с нем. Л.А. Андреевой. – М.: АСТ. – 2007. – 344 с.
9. Байдабеков А.К. Биквадратичные преобразования. – Минск: БНТУ, 2013. – 188 с.
10. Короткий В.А. Квадратичное преобразование плоскости, установленное пучком конических сечений. –Омск: Вестник. № 6. – 2010 – С. 9–14.
11. Вергинская Н.Д. Моделирование поверхностей в методе двух изображений в начертательной геометрии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – М.: МАИ, 2016. – № 1–3. С. 334–338.
12. Baidabekov A.K., Baymukhanov S.K., Kemelbekova E.A. Graphical model of the biquadratic transformation // 18 th international conference on geometry and graphics // ISGG, 2018 – 3–7 august.- Milan: P. 149–160.
13. Байдабеков А.К. Метод конструирования поверхности с использованием биквадратичных преобразований // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство [Электронный ресурс]. – Самара: СГТУ.- 2018 – С. 177-184.
14. Baidabekov A.K., Kemelbekova E.A. Areas for the existence of biquadratic transformations. IOP Conf. -2019 – Series: Journal of Physics: Conf. Series1260 072002.

А.К. Байдабеков¹, Э.А. Кемельбекова¹, Б.Ж. Ермекбаев²

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

²Астана құрылыс материалдары, Астана, Казахстан

Выпуклая крышка – формирование названия куполообразной поверхности и новый способ проектирование поверхности

Аннотация. В статье мы рассмотрели происхождение названия купола и его отношение к солнечной поверхности юрты. Также показан новый вид оформления купольной поверхности. В этом исследовании, используя графическую модель биквадратного преобразования, каждая точка преобразуемой прямой, т. е. n прообраза, преобразуется в точки, образующие сечение поверхности купола, в то время как преобразуемая прямая дает сечение поверхности Солнца. Затем поворачиваем это сечение найденной купольной поверхности относительно вертикального сечения Ox_2 и получаем искомую купольную поверхность. При проектировании съемной купольной поверхности в соответствии с предварительными требованиями задаются формат и размеры сечения. Таким образом, метод преобразования биквадрата, который мы предлагаем при проектировании сечения куполообразной поверхности, то есть проекта куполообразной изогнутой поверхности, является практичным и простым для проектировщиков. Предлагаемый метод в своей простоте предназначен для решения таких различных криволинейных поверхностей и инженерных задач.

Ключевые слова: поверхность купола, каркас купола, типы купола, биквадратное преобразование, геометрическое преобразование, графический шаблон биквадратного преобразования.

A. Baidabekov¹, E. Kemelbekova¹, B. Yermekbayev²

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

²Astana Kurylyys Materialdary, Astana, Kazakhstan

Convex cover – formation of the name of the domed surface and a new way of designing the surface

Abstract. In the article we examined the origin of the name of the dome and its connection with the sunny surface of a yurt. The new design of the dome surface is also shown. In this study, using a graphical model of the biquadrate transformation, each point of the transformed line, i.e. n of the prototype, is transformed into points forming a cross-section of the dome surface, while the transformed line gives a cross-section of the surface of the Sun. Then we rotate this section of the found dome surface relative to the vertical section Ox_2 and get the desired dome surface. When designing a removable dome surface, the format and dimensions of the section are set in accordance with the preliminary requirements. Thus, the biquadrate transformation method that we propose when designing a section of a domed surface, that is, a project of a domed curved surface, is practical and simple for designers. The proposed method in its simplicity is designed to solve various similar curved surfaces and engineering problems.

Keywords: dome surface, dome frame, types of domes, biquadrate transformation, geometric transformation, graphic pattern of biquadrate transformation.

References

1. Krivtsova-Grakova O.A. General information about the early nomads of Central Asia and their groupings. –M.: MGU. -1944.
2. Venyukov M.I. Journeys around the outskirts of Russian Asia and notes about them. – St. Petersburg: Type. Imp. Acad. Sciences. 1868 -234 p.

3. Lipnitsky M.E. Domes. Calculation and design. – L.: Stroyizdat. – 1973 -129 p.
4. Nurmakhanov B.N. Development of algorithms for modeling non-linear point correspondences of the plane, generated by the establishment of binary surface models, and their practical application: PhD tech. Sciences: 05.01.01. – Kyiv: – 1978 -18 p.
5. Melik-Sargsyan G.S. Two-two-valued quadratic transformations and their use for designing surfaces and compressing graphic information: Ph.D. tech. Sciences. -M.: MAI. – 1984 -61 p.
6. Kuznetsova V.V. Metal structures: a designer's guide: in 3 volumes / Steel structures of buildings and structures. -M.: ASV. – 1998 -512 p.
7. Tour V.I. Dome structures: shaping, calculation, design, efficiency increase: -M.: ASV. – 2004 -96 p.
8. H. Engel Carrier systems / per. with him. L.A. Andreeva. -M.: AST. – 2007. -344 p.
9. Baidabekov A.K. Biquadratic transformations. – Minsk: BNTU. – 2013 – 188 p.
10. Short V.A. Quadratic transformation of the plane, set by a pencil of conic sections. – Omsk: Bulletin. No. 6. – 2010 – P. 9–14.
11. Vertinskaya N.D. Modeling surfaces in the two-image method in descriptive geometry // International Journal of Applied and Fundamental Research. –M.: MAI. -2016 – P. 334–338.
12. Baidabekov A.K., Baymukhanov S.K., Kemelbekova E.A. Graphical model of the biquadratic transformation // 18th international conference on geometry and graphics // ISGG, 2018 – 3–7 august. – Milan: P. 149–160.
13. Baidabekov A.K. Surface design method using biquadratic transformations // Traditions and innovations in construction and architecture. Urban planning [Electronic resource]. – Samara: SGTU. – 2018 – P. 177-184.
14. Baidabekov A.K., Kemelbekova E.A. Areas for the existence of biquadratic transformations. IOP Conf. – 2019 – Series: Journal of Physics: Conf. Series 1260 072002.

Авторлар туралы мәлімет:

А.К. Байдабеков – т.ғ.д., профессор, «Дизайн және инженерлік графика» кафедрасының меңгерушісі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

Э.А. Кемелбекова – докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

Б.Ж. Ермекбаев – өндірістік-техникалық бөлім инженері, «Астана құрылыс материалдары», Сембинов көш., 67, Астана, Қазақстан.

А.К. Байдабеков – д.т.н., профессор, заведующий кафедры «Дизайн и инженерная графика», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Э.А. Кемельбекова – докторант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Б.Ж. Ермекбаев – инженер производственно-технического отдела, «Астана құрылыс материалдары», ул. Сембинова, 67, Астана, Казахстан.

A. Baydabekov – Doctor of Technical Sciences, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

E. Kemelbekova – PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

B. Yermekbayev – engineer, Astana Kurylys Materialdary, 67 Sembinov str., Astana, Kazakhstan.