

TƏBİƏT VƏ TEXNİKA ELMLƏRİ BÖLMƏSİ

UOT 621.01

MANCANAĞIN SÜRƏT DƏYİŞMƏSİ ƏMSALINA GÖRƏ DİRSƏK-MANCANAQ MEXANİZMİNİN SİNTEZİ

Vüqar Sabir oğlu Mustafayev*texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent**Mingəçevir Dövlət Universiteti***Xülasə**

Məqalədə mancanağın verilmiş sürət dəyişməsi əmsalına görə dirsək-mancanaq mexanizminin sintezi məsələsi nəzərdən keçirilmişdir. Müxtəlif hallar üçün bəndlərin uzunluqlarının təyininin qrafik üsulu izah edilmişdir. Xüsusi hal kimi əmsalın vahidə bərabər olmasının zəruri və kafi şərti müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: Qrasqof teoremi, dirsək-mancanaq mexanizmi, mancanağın sürət dəyişməsi əmsalı, qrafiki üsul, zəruri və kafi şərt

Giriş

Oynaqlı dördbəndli yastı lingli mexanizmlər texnikada geniş tətbiq edilən mexanizmlərdəndir. Qrasqof teoreminə görə, bu mexanizmlər bəndlərinin tam fırlana bilməsi nöqtəyi-nəzərindən iki qrupa bölünür [1 ... 3].

Birinci qrupa ən uzun və ən qısa bəndlərinin uzunluqları cəmi digər iki bəndinin uzunluqları cəmindən kiçik olan mexanizmlər aiddir. Onlardan, ən qısa bəndinə qonşu bəndlərindən birinin tərənəmz olanı dirsək-mancanaq mexanizmi (bu halda ən qısa bənd dirsək olur); ən qısa bəndinin tərənəmz olanı ikidirsəkli mexanizm; ən qısa bəndin qarşısındakı bəndinin tərənəmz olanı isə ikimancanaqlı mexanizmdir.

İkinci qrupa ən uzun və ən qısa bəndlərinin uzunluqları cəmi digər iki bəndinin uzunluqları cəmindən böyük olan mexanizmlər aiddir. Belə mexanizmlərin hamısı ikimancanaqlıdır.

Dirsək-mancanaq mexanizmi

Birinci qrupa aid olan, 0 tərənəmz bəndindən (dayaqdan), 1 dirsəyindən, 2 sürgüqolundan və 3 mancanağından ibarət ABCD dirsək-mancanaq mexanizmini nəzərdən keçirək (şək. 1).

Qrasqof teoreminə görə 1 bəndi (dirsək) ən qısa, 0 bəndi (dayaq) isə ən uzun bənddir və:

$$l_1 + l_0 < l_2 + l_3, \quad (1)$$

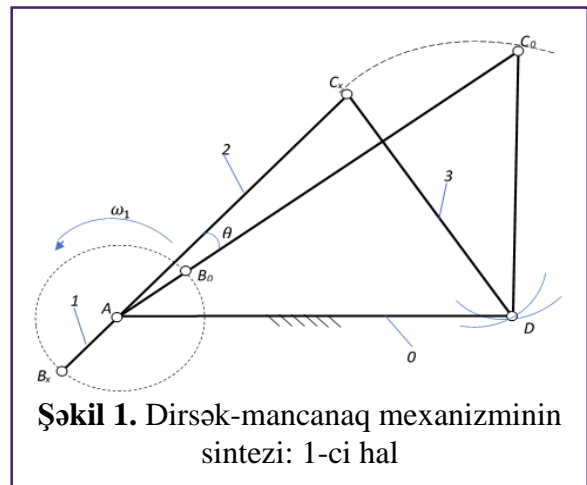
burada l_1, l_2, l_3 və l_0 – uyğun olaraq, 1, 2, 3 və 0 bəndlərinin uzunluqlarıdır.

1 dirsəyi sabit bucaq sürəti ilə ($\omega_1 = \text{const}$) fırlandıqda 3 mancanağının bir kənar vəziyyətdən digərinə və əksinə hərəkətləri sürət dəyişməsi əmsalı ilə xarakterizə edilir:

$$k = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}, \quad (2)$$

burada $180^\circ + \theta$ – 3 mancanağı DC_0 sağ kənar vəziyyətindən DC_x sol kənar vəziyyətinə keçdikdə 1 dirsəyinin B_0AB_x dönmə bucağıdır.

DC_0 və DC_x – 3 mancanağının kənar vəziyyətləri olduğuna görə:



Şəkil 1. Dirsək-mancanaq mexanizminin sintezi: 1-ci hal



$$AC_0 = l_1 + l_2, \quad (3)$$

$$AC_x = l_2 - l_1, \quad (4)$$

(2) düsturundan alınır ki:

$$\theta = \frac{k-1}{k+1} \cdot 180^\circ, \quad (5)$$

Şək. 1-dən:

$$\cos \theta = \cos(\angle C_x AD - \angle C_0 AD) = \cos \angle C_0 AD \cdot \cos \angle C_x AD + \sin \angle C_0 AD \cdot \sin \angle C_x AD. \quad (6)$$

$$\cos \angle C_0 AD = \frac{(l_1 + l_2)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_1 + l_2)l_0}, \quad (7)$$

$$\cos \angle C_x AD = \frac{(l_2 - l_1)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 - l_1)l_0}, \quad (8)$$

$$\sin \angle C_0 AD = \sqrt{1 - (\cos \angle C_0 AD)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{(l_1 + l_2)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_1 + l_2)l_0}\right)^2}, \quad (9)$$

$$\sin \angle C_x AD = \sqrt{1 - (\cos \angle C_x AD)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{(l_2 - l_1)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 - l_1)l_0}\right)^2}. \quad (10)$$

(7), (8), (9) və (10) ifadələrini (6) düsturunda nəzərə alsaq:

$$\cos \theta = \left(\frac{(l_1 + l_2)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_1 + l_2)l_0} \cdot \frac{(l_2 - l_1)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 - l_1)l_0} + \sqrt{1 - \left(\frac{(l_1 + l_2)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_1 + l_2)l_0}\right)^2} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{(l_2 - l_1)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 - l_1)l_0}\right)^2} \right). \quad (11)$$

(11) bərabərliyi bəndlərin uzunluqları arasında k əmsalının verilmiş qiymətini təmin edən münasibətləri müəyyən edir. Bu bərabərlik, k əmsalının verilmiş qiymətinə əsasən θ bucağının (5) düsturu ilə müəyyən olunan qiymətinə görə bəndlərdən hər hansı üçünün uzunluqları verildikdə mövcud hesablama metodları və texnologiyaları vasitəsilə dördüncüsünün uzunluğunu tələb olunan dəqiqliklə tapmağa imkan verir.

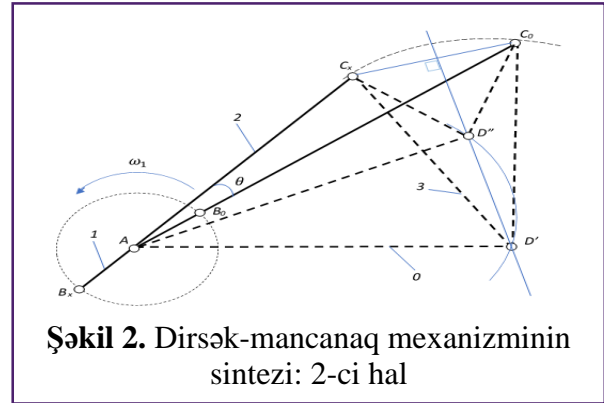
Mancanağın sürət dəyişməsi əmsalının verilmiş qiymətinə görə mexanizmin sintezi

k əmsalının verilmiş qiymətinə görə bəndlərin uzunluqları qrafik olaraq isə aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

1) l_1 , l_2 və l_3 uzunluqları verildikdə l_0 uzunluğunu tapmaq üçün (şək. 1) (3) və (4) ifadələri əsasında təpəsi seçdiyimiz hər hansı A nöqtəsində olmaqla θ bucağı əmələ gətirən AC_0 və AC_x şüalarını çəkməklə, C_0 və C_x nöqtələrini (həmçinin AC_0 və AC_x düz xətləri üzərində B_0 və B_x nöqtələrini) qeyd edirik. D nöqtəsini bərabəryanlı C_0DC_x üçbucağının təpə nöqtəsi kimi tapırıq.

2) l_1 , l_2 və l_0 uzunluqları verildikdə l_3 uzunluğunu tapmaq üçün (şək. 2) (3) və (4) ifadələri əsasında təpəsi seçdiyimiz hər hansı A nöqtəsində olmaqla θ bucağı əmələ gətirən AC_0 və AC_x şüalarını çəkməklə D mərkəzli l_3 radiuslu qövs üzərində C_0 və C_x nöqtələrini (həmçinin AC_0 və AC_x düz xətləri üzərində B_0 və B_x nöqtələrini) qeyd edirik. C_0C_x parçasının orta perpendikulyarını çəkirik. A nöqtəsindən çəkilmiş l_0 radiuslu qövs bu perpendikulyar xətti D' və D'' kimi iki nöqtədə kəsir. Bu nöqtələrdən hansının D nöqtəsi kimi götürülməsi (1) şərti ilə, həmçinin istismar şərtləri, konstruktiv mülahizələrlə əlaqədar olaraq, verilmiş hər hansı əlavə sintez şərti (məsələn, təzyiq bucağının tələb olunan qiymətinin təmin edilməsi) ilə müəyyən olunur.

3) l_0 və l_3 uzunluqları ilə birlikdə l_1 və l_2 uzunluqlarından hər hansı biri verildikdə digərini qrafik olaraq birbaşa və dəqiq tapmaq olmur. Bu halda təpəsi seçdiyimiz hər hansı A nöqtəsində olmaqla θ bucağı əmələ gətirən AC_0 və AC_x şüalarını çəkməklə, onların D mərkəzli l_3 radiuslu qövs ilə C_0 və C_x kəsişmə nöqtələrini qeyd edərək, $(l_1 + l_2)$ və $(l_2 - l_1)$ uzunluqlu parçaları alırıq. (3) və (4) ifadələrinə əsasən l_1 və l_2 uzunluqlarını aşağıdakı kimi təyin edirik:



Şəkil 2. Dirsək-mancanaq mexanizminin sintezi: 2-ci hal

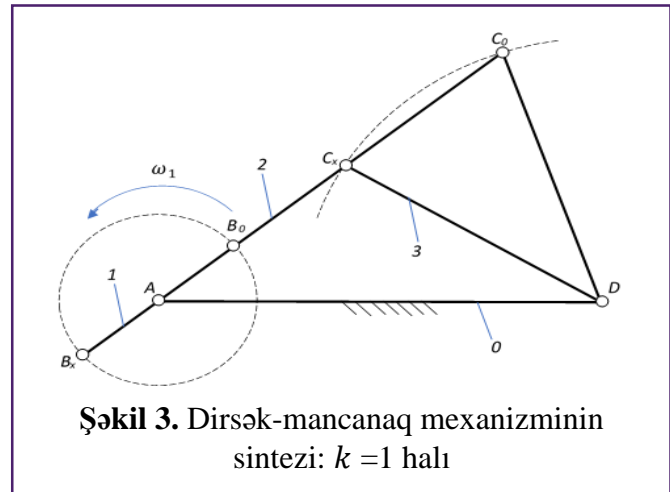
$$l_1 = \frac{AC_0 - AC_x}{2}, \quad (12)$$

$$l_2 = \frac{AC_0 + AC_x}{2}. \quad (13)$$

l_1 və l_2 uzunluqlarından hansı verilərsə, onu tələb olunan dəqiqliklə almaq (digərini isə tapmaq) üçün prosesi təkrarlamaqla və (13) və (15) ifadələrindən istifadə etməklə bir neçə ardıcıl yaxınlaşma aparmaq lazımdır.

Mancanağın sürət dəyişməsi əmsalının vahidə bərabər olması şərti

1 dirsəyi sabit bucaq sürəti ilə ($\omega_1 = \text{const}$) fırlanıqda 3 mancanağının bir kənar vəziyyətdən digərinə və əksinə hərəkət sürətlərinin eyni, yəni mancanağın sürət dəyişməsi əmsalının vahidə bərabər olduğu $k = 1$ və ya $\theta = 0$ xüsusi halına baxaq. Bu, mancanağın və ya verilmiş mexanizm əsasında işləyən maşının mancanaqla əlaqəli işçi orqanının reversiv hərəkətində hər iki gedişi işçi xarakterdə olduqda (ahəngdarlıq və məhsuldarlıq nöqtəyi-nəzərindən) baş verir. Belə halda A nöqtəsi, 3 mancanağının DC_0 və DC_x kənar vəziyyətlərinə uyğun olan C_0 və C_x nöqtələri və deməli, B_0 və B_x nöqtələri də bir düz xətt üzərində olur (şəkl. 3). Onda $\angle C_0AD = \angle C_xAD$ və deməli:



Şəkil 3. Dirsək-mancanaq mexanizminin sintezi: $k = 1$ halı

$$\cos \angle C_0AD = \cos \angle C_xAD. \quad (14)$$

(14) bərabərliyində (7) və (8) ifadələrini nəzərə alsaq:

$$\frac{(l_1 + l_2)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_1 + l_2)l_0} = \frac{(l_2 - l_1)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 - l_1)l_0}. \quad (15)$$

(15) tənliyini həll edərək tapırıq ki:

$$l_1^2 + l_0^2 = l_2^2 + l_3^2. \quad (16)$$

(16) bərabərliyi göstərir ki, dirsək-mancanaq mexanizmində dirsək sabit bucaq sürəti ilə fırlanıqda sürət dəyişməsi əmsalının vahidə bərabər olması üçün dirsəyin və dayaqın uzunluqlarının kvadratları cəmi digər iki bəndin uzunluqlarının kvadratları cəminə bərabər olmalıdır. Bu zəruri şərtidir.

Göstərək ki, (16) bərabərliyi həm də kafi şərti ifadə edir. Bunun üçün (7) və (8) bərabərliklərini aşağıdakı şəkildə yazmaq:

$$\cos \angle C_0AD = \frac{(l_2 + l_1)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 + l_1)l_0} = \frac{l_2^2 + l_1^2 + 2l_2l_1 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 + l_1)l_0}, \quad (17)$$



$$\cos \angle C_x AD = \frac{(l_2 - l_1)^2 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 - l_1)l_0} = \frac{l_2^2 + l_1^2 - 2l_2l_1 + l_0^2 - l_3^2}{2(l_2 - l_1)l_0}. \quad (18)$$

Hər iki bərabərlikdə (16) ifadəsini nəzərə alsaq:

$$\cos \angle C_0 AD = \frac{l_2}{l_0}, \quad (19)$$

$$\cos \angle C_x AD = \frac{l_2}{l_0}. \quad (20)$$

Göründüyü kimi, $\angle C_0 AD = \angle C_x AD$ alınır. Deməli, $\theta = 0$, yəni $k = 1$ şərti ödənilir.

Nəticə

Beləliklə, dirsək-mancanaq mexanizmində dirsək müntəzəm fırlanıqda mancanağın sürət dəyişməsi əmsalının vahidə bərabər olması üçün dirsəyin və dayağın uzunluqlarının kvadratları cəminin sürgüqolunun və mancanağın uzunluqlarının kvadratları cəminə bərabər olması zəruri və kafi şərtidir.

Misal olaraq, $l_1=2$, $l_2=7$, $l_3=6$ və $l_0=9$ olarsa, 3 mancanağının kənar vəziyyətlərin birindən digərinə keçid eyni sürətlə baş verər və deməli, sürət dəyişməsi əmsalı vahidə bərabər olar.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Кəngərлі А.М. Маşин və механізmlər nəзəriyyəси: Али мəkтəбләр үчүн дəрслик. Баки: Мүəллим, 2004, 608 с.
2. Артобoлевский И.И. Теория механізмов и машин: учебник для вузов. М.: Наука, 1988, 640 с.
3. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К., Тимофеев Г.А. Теория механізмов и механика машин: Учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012, 686 с.

Mustafayev V. S.

*Doctor of Philosophy in Technics, Associate Professor
Mingachevir State University*

Synthesis of a crank-rocker arm mechanism according to a given coefficient of change of a speed of the rocker arm

Abstract

The article deals problem of synthesis of a crank-rocker arm mechanism according to a given coefficient of change of a speed of the rocker arm. A graphical method of defining lengths of links for various cases is described. The necessary and sufficient condition of equality of this coefficient to one, as a special case, is defined.

Keywords: *Grashof's theorem, crank-rocker arm mechanism, coefficient of change of a speed of the rocker arm, graphical method, necessary and sufficient condition.*

Мустафаев В. С.

*доктор философии по технике, доцент
Мингачевирский государственный университет*

Синтез кривошипно-коромыслового механизма по заданному коэффициенту изменения скорости коромысла

Резюме

В статье рассмотрена задача синтеза кривошипно-коромыслового механизма по заданному коэффициенту изменения скорости коромысла. Описан графический метод определения длин звеньев для различных случаев. Определено необходимое и достаточное условие равенства единице этого коэффициента, как особого случая.

Ключевые слова: *теорема Грасгофа, кривошипно-коромысловый механизм, коэффициент изменения скорости коромысла, графический метод, необходимое и достаточное условие.*