

TƏBİƏT VƏ TEXNİKA ELMLƏRİ BÖLMƏSİ

UOT 621.01

ASSUR QRUPLARININ SİNTEZİNƏ DAİR

^{1,6}Vüqar Sabir oğlu Mustafayev, ^{2,6}Rövşən Paşa oğlu Mustafayev,
^{3,6}Oqtay Məhərrəm oğlu Məmmədov, ^{4,6}Ariz Mirəzim oğlu Abbasov,

^{5,6}İlham Qonsur oğlu Məmmədov

¹texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

vuqar.mustafayev@mdu.edu.az

²rovshan.mustafayev@mdu.edu.az

³oqtay.mammadov@mdu.edu.az

⁴ariz.abbasov@mdu.edu.az

⁵ilham.mammadov2@mdu.edu.az

⁶Mingəçevir Dövlət Universiteti

Xülasə: İstənilən mexanizm bir bəndi dayaq olmaqla, bir və ya bir neçə bəndinin hərəkəti verildikdə qalan bəndləri birqiyətli təyin olunan hərəkətlər edən kinematik silsilədir. Mexanizmlərin yaradılmasının əsas prinsipində sərbəstlik dərəcəsi sıfıra bərabər olan kinematik silsilələr başlıca rol oynayır. Məqalədə bu şərti ödəyən və daha sadələrinə parçalanmayan kinematik silsilələr – Assur qruplarının təsnifatı nəzərdən keçirilmiş, onların sintezi ilə bağlı ümumiləşmiş konkret nəticələr verilmişdir.

Açar sözlər: kinematik silsilə, Assur qrupu, kinematik cüt, sinif, tərtib, cilov

Giriş

Struktur qrupları mexanizmlərin tərkib hissəsi olmaqla xüsusi əhəmiyyət kəsb edən kinematik silsilələrdir. Zira mexanizm özü bir və ya bir neçə bəndinin hərəkəti verildikdə qalan bəndləri birqiyətli təyin olunan hərəkətlər edən kinematik silsilədir. Aydın ki, mexanizmə çevrilərkən kinematik silsilədə bəndlərdən biri tərpxənəz olub dayağa çevrilir. L.V.Assur tərəfindən (*Leonid Vladimiroviç Assur (1878–1920) – maşın və mexanizmlər nəzəriyyəsinin inkişafına böyük töhfələr vermiş görkəmli rus və sovet mexanik və maşınşünas alimi*) 1914-cü ildə təklif olunmuş mexanizmlərin yaradılmasının əsas prinsipinin (Assur prinsipinin) məğzini dayaqdan və giriş bəndindən ibarət olan və şərti olaraq, birinci sinif mexanizm adlandırılan qrupa məhz ardıcıl olaraq struktur qruplarının birləşdirilməsi təşkil edir [1 – 17].

Struktur qrupu sərbəstlik dərəcəsi sıfıra bərabər olub, bu şərti ödəyən daha sadə kinematik silsilələrə parçalanmayan kinematik silsilədir. Yastı struktur qrupuna Assur qrupu deyirlər.

Kinematik silsilələrin təsnifatı

Ümumi halda kinematik silsilənin W sərbəstlik dərəcəsi 1897-ci ildə P.İ.Somovun təklif etdiyi (*Pavel İosifoviç Somov (1852–1919) – görkəmli rus mexanik-alimi*) və 1923-cü ildə prof. A.P.Malışevin (*Aleksandr Petroviç Malışev (1879–1962) – görkəmli rus və sovet mexanik-alimi*) inkişaf etdirdiyi düstur ilə tapıla bilər. Müasir işarələnmə ilə bu düstur aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$W = 6k - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1, \quad (1)$$

burada k – kinematik silsilənin hərəkətli bəndlərinin sayı, p_5, p_4, p_3, p_2, p_1 – uyğun olaraq, beşinci, dördüncü, üçüncü, ikinci və birinci sinif kinematik cütlərin sayıdır.

Bu düsturu yalnız kinematik silsilənin bəndlərinin hərəkətləri üzərinə heç bir ümumi məhdudiyət qoyulmadığı halda tətbiq etmək olar. Bəndlərin hərəkətləri üzərinə ümumi məhdudiyətlər qoyulduqda kinematik silsilənin hərəkətliliyi üçün prof. V.V.Dobrovolski (*Vladimir Vladimiroviç Dobrovolski (1880–1956) – SSRİ EA-nın müxbir üzvü, professor, mühəndis-mexanik,*

maşın və mexanizmlər nəzəriyyəsi sahəsində görkəmli rus və sovet alimi) tərəfindən təklif edilmiş universal düsturdan istifadə olunur [2]:

$$W = (6-r)k - \sum_{i=5}^{r+1} (i-r)p_i . \quad (2)$$

(2) düsturunda r parametri kinematik silsilənin bütün bəndləri üzərinə qoyulmuş ümumi rabitələrin sayını müəyyən edir, $r = 0, 1, 2, 3$ və 4 qiymətləri ala bilər; i – kinematik cütlərin sinfi olub, birləşdirilən bəndlərin nisbi hərəkətləri üzərinə qoyulan rabitələrin sayı ilə müəyyən edilir. (1) düsturundan görüldüyü kimi, cütlərin sinfi $i = 5, 4, 3, 2$ və 1 qiymətlərini ala bilər.

Akad. İ.İ.Artobolevski (*İvan İvanoviç Artobolevski (1905–1977) – görkəmli sovet mexanik-alimi, SSRİ EA-nın akademiki, maşın və mexanizmlər nəzəriyyəsi sahəsində mütəxəssis*) kinematik silsilənin üzərinə qoyulmuş ümumi rabitələrin r sayından asılı olaraq, bütün silsilələri beş ailədən birinə – sıfırıncı, birinci, ikinci, üçüncü və ya dördüncü ailəyə aid etməyi təklif etmişdir.

Qeyd edək ki, kinematik cütlərin müxtəli növlərinin kombinasiyalarından asılı olaraq, kinematik silsilələrin ailələrini yarım ailələrə də bölürlər [2].

Assur qruplarının təsnifatı

Assur qrupları siniflərə bölünür. Assur qruplarının siniflərə bölünməsi hər qrupa xas olan kinematik və dinamik analiz metodları ilə şərtlənir.

Yenə də akad. İ.İ.Artobolevskinin təklifi ilə yastı mexanizmlərdə fırlanma cütlərinə daxil olan bəndlərdən ibarət olan Assur qruplarının sinifləri qapalı kontur əmələ gətirən daxili kinematik cütlərin sayına bərabərdir. Mexanizmin sinfi məhz onun tərkibindəki ən böyük sinfə mənsub olan Assur qrupu ilə təyin edilir.

(2) düsturuna əsasən üçüncü ailəyə mənsub olan kinematik silsilələr üçün:

$$W = 3k - 2p_5 - p_4 . \quad (3)$$

Bu düstur eyni zamanda yastı kinematik silsilənin struktur düsturudur, onu P.L.Çebışev (*Pafnuti Lvoviç Çebışev (1821–1894) – görkəmli rus riyaziyyatçısı və mexaniki*) təklif etmişdir.

Məlum metodika əsasında yastı kinematik silsilədə ali kinematik cütləri beşinci sinif ibtidai kinematik cütlərlə əvəz etmək olar. Belə silsilələr üçün (3) düsturu aşağıdakı şəkllə düşür:

$$W = 3k - 2p_5 . \quad (4)$$

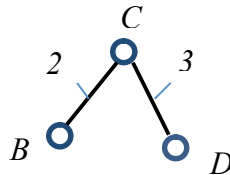
Tərifə əsasən (4) düsturundan Assur qrupu üçün:

$$3k - 2p_5 = 0 . \quad (5)$$

Buradan da Assur qrupunda bəndlərin sayı ilə kinematik cütlərin sayı arasında aşağıdakı əlaqə alınır:

$$p_5 = \frac{3}{2}k . \quad (6)$$

(6) düsturundan görüldüyü kimi, ən sadə Assur qrupu iki bənddən və üç kinematik cütdən ibarətdir. Bu qrupa, şərti olaraq, ikinci sinif Assur qrupu deyirlər (şək. 1).



Şək. 1. İkinci sinfə mənsub ikinci növ ikitərtibli (ikicilovlu) Assur qrupu
($s=2, k=2, p_5=2, t=2, c=2$)

Qrupun tərkibindəki beşinci sinif fırlanma və irəliləmə kinematik cütlərinin müxtəlif kombinasiyaları ilə hər bir sinfə mənsub Assur qrupunun müxtəlif növləri alınır. Lakin növlərə ayırma yalnız ikinci sinfə mənsub olan Assur qrupuna şamil edilir. Belə ki, kombinasiyadan asılı olaraq ikinci sinfə mənsub Assur qrupunu cəmi beş növə bölmək olar. Digər siniflərə mənsub Assur qruplarını isə bu qayda ilə növlərə bölmürlər, belə ki, xeyli sayda kombinasiyalar alınır və qarışıqlıq

yarandır. Buna görə də ümumilərdə yalnız fırlanma kinematik cütlərindən ibarət olan Assur qruplarına baxmaq kifayətdir.

Assur qrupunun tərtibi onun bəndlərinin əsas mexanizmə birləşmə elementlərinin, yəni sərbəst kinematik cüt elementlərinin sayı ilə müəyyən olunur.

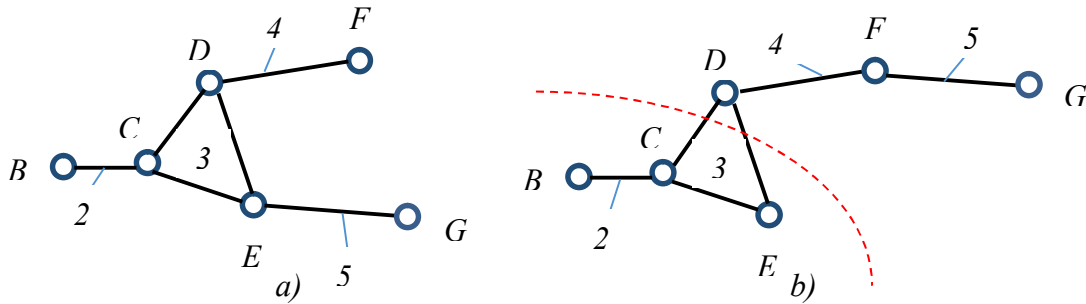
Qeyd edək ki, bəzi ədəbiyyatda cilov və ya yedək adlandırılan bənd haqqında yanlışlıqlara yol verilir. Cilov (və ya yedək) dedikdə, həm “qonşu” bənd ilə kinematik cüt əmələ gətirən, həm də bir sərbəst kinematik cüt elementinə malik olan bənd nəzərdə tutulur.

Assur qruplarının sintezi

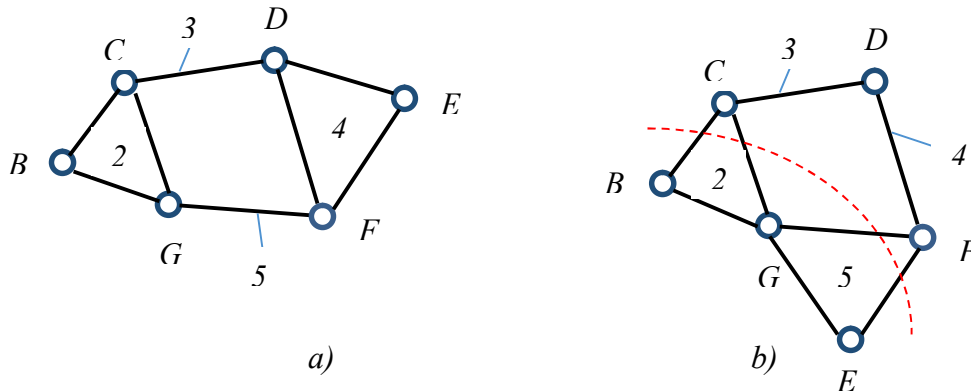
Siniflər üzrə Assur qruplarını nəzərdən keçirək və onların sintezi ilə bağlı təhlil aparaq...

Cilovun (yedəyin) inkişafı üsulu ilə ikinci sinfə mənsub ikitərtibli (ikicilovlu) Assur qrupundan ardıcıl olaraq yeni, daha yüksək siniflərə mənsub olan Assur qrupları almaq olar. Lakin burada bir məqam diqqətdə saxlanılmalıdır – Assur qrupunda sərbəst kinematik cüt elementinə malik olan bəndlər “qonşu” olmamalıdır, yəni öz aralarında birləşərək kinematik cüt əmələ gətirməməlidir. Əks halda belə “qonşu” iki bənd öz aralarında ikinci sinfə mənsub ikitərtibli (ikicilovlu deyil!) Assur qrupu əmələ gətirdiyinə görə baxılan qrup parçalanır və Assur qrupunun tərtibi pozulur. Şək. 2, a, şək. 3, a, şək. 4, a, şək. 5, a və şək. 6, a-da, uyğun olaraq, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı və yeddinci sinfə mənsub olan Assur qruplarıdır.

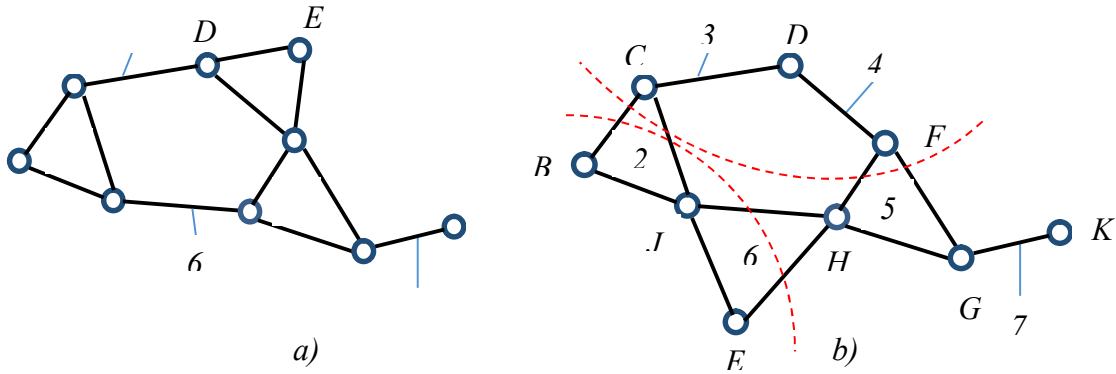
Şək. 2, b, şək. 3, b, şək. 4, b, şək. 5, b və şək. 6, b-də eyni sayda bənd və kinematik cütlərdən yaradılan kinematik silsilələr göstərilmişdir. Bu kinematik silsilələrin sərbəstlik dərəcələri sıfıra bərabər olsa da, onlar Assur qrupları deyil, çünki uyğun olaraq, iki, iki, üç, üç və beş Assur qrupuna parçalanır, yəni Assur qrupunun tərtibi pozulur.



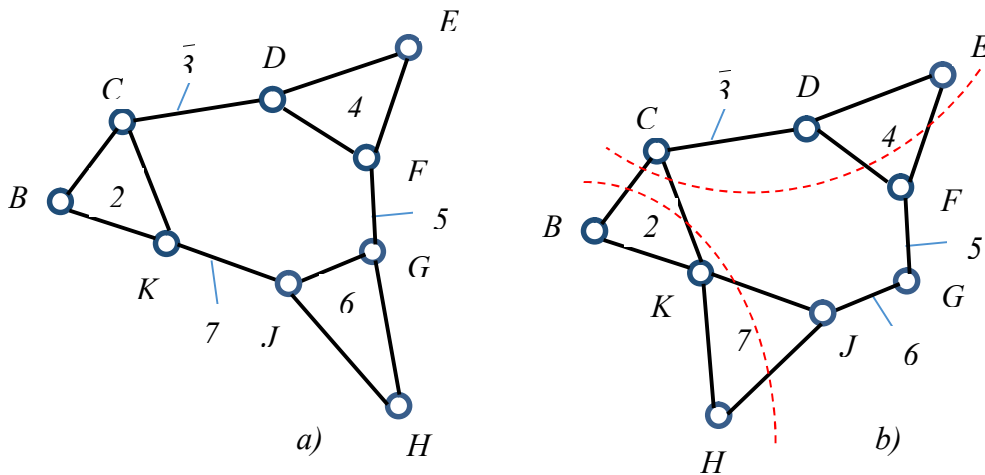
Şək. 2. a) Üçüncü sinfə mənsub üçtərtibli (üçcilovlu) Assur qrupu ($s=3, k=4, p_5=6, t=3, c=3$);
b) Sərbəstlik dərəcəsi sıfıra bərabər olan kinematik silsilə



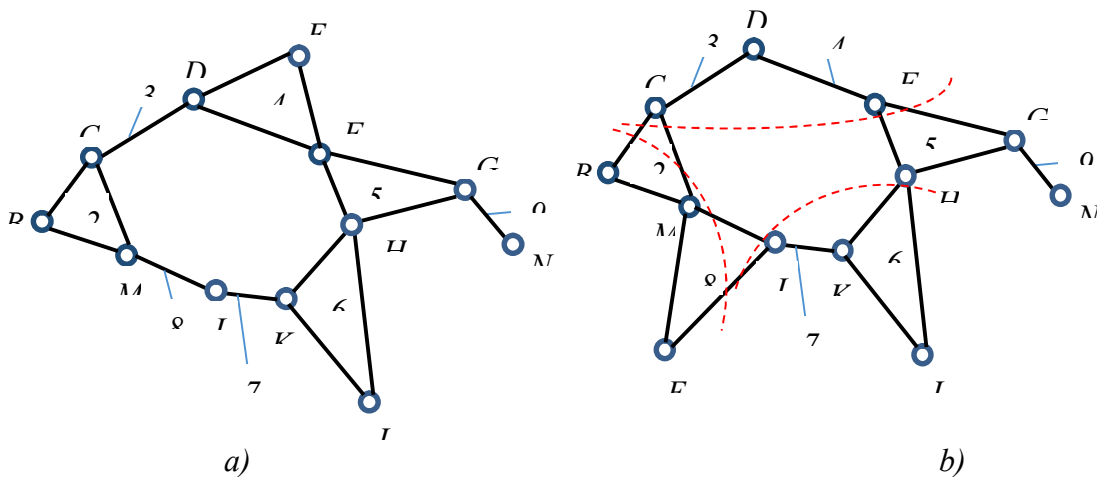
Şək. 3. a) Dördüncü sinfə mənsub ikitərtibli Assur qrupu ($s=4, n=4, p=6, t=2, c=0$);
b) Sərbəstlik dərəcəsi sıfıra bərabər olan kinematik silsilə



Şək. 4. a) Beşinci sinfə mənsub üçtərtibli (bircilovlu) Assur qrupu ($s=5, n=6, p=9, t=3, c=1$);
b) Sərbəstlik dərəcəsi sıfıra bərabər olan kinematik silsilə



Şək. 5. a) Altıncı sinfə mənsub üçtərtibli Assur qrupu ($s=6, n=6, p=9, t=3, c=0$);
b) Sərbəstlik dərəcəsi sıfıra bərabər olan kinematik silsilə



Şək. 6. a) Yeddinci sinfə mənsub dördtərtibli (bircilovlu) Assur qrupu ($s=7, n=8, p=12, t=4, c=1$);
b) Sərbəstlik dərəcəsi sıfıra bərabər olan kinematik silsilə

Etibarlılığın yüksək olması, istehsalın, sökülüb-yığılmanın, təmir və xidmətin nisbətən asan və tez başa gəlməsi, əksər hallarda materiala qənaət edilməsi nöqtəyi-nəzərindən mexanizmin

bəndlərinin sayının mümkün qədər az olması məqsəduyğundur. Bəndlərin sayı üzərinə şərt qoyulduqda tələb olunan sərbəstlik dərəcəsinə almaq üçün kinematik cütlərin sinifləri və sayı ilə variasiya etmək lazım gəlir. Bu baxımdan Assur qruplarının sintezində bəndlərin və deməli, kinaematik cütlərin də sayının minimal olması tələb olunur.

Nəticə

Beləliklə, istənilən sinfə mənsub olan Assur qrupunu sintez etmək olar. Bu zaman üçüncü sinifdən böyük böyük s sinfinə ($s \geq 4$) aid olub, minimal sayda bənddən ibarət olan struktur qrupunda:

- s cüt ədəd olduqda öz aralarında ardıcıl birləşərək, qapalı s -bucaqly konturu əmələ gətirən $k=s$ sayda bənd, ümumilkdə hamısı beşinci sinfə mənsub olan $p_s = \frac{3}{2}k$ sayda kinematik cüt,

$t = p_s - k = \frac{k}{2}$ sayda sərbəst kinematik cüt elementi olacaq və qrup t -tərtibli olacaq (qrupda cilov olmur);

- s tək ədəd olduqda $k=s+1$ sayda bənd, ümumilkdə hamısı beşinci sinfə mənsub olan $p_s = \frac{3}{2}k$ sayda kinematik cüt, $t = p_s - k = \frac{k}{2}$ sayda sərbəst kinematik cüt elementi olacaq. s sayda

bən öz aralarında ardıcıl birləşərək, qapalı s -bucaqly konturu əmələ gətirir, $c=k-s=1$ sayda bənd isə cilov olub bir sərbəst kinematik cüt elementinə malik olacaq və qrup t -tərtibli olacaq.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Kəngərli, A.M. Maşın və mexanizmlər nəzəriyyəsi: Ali məktəblər üçün dərslik / A.M.Kəngərli. - Bakı: Müəllim, 2004. - 608 s.

2. Mustafayev, V.S. Mexanizmlərin struktur təsnifatına dair // "Dövlətin regional siyasətinin reallaşmasında Aran iqtisadi rayonunun rolu" Respublika elmi-praktik konfransının materialları, - Mingəçevir:- 2013, - s. 180-183.

3. Артоболовский, И.И. Теория механизмов и машин: учебник для вузов / И.И.Артоболовский. - М.: Ленанд, 2019. - 640 с.

4. Борисенко, Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: Учебное пособие / Л.А.Борисенко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов.знание, 2013. - 285 с.

5.Бурлаченко, О.В. Теория механизмов и машин / О.В.Бурлаченко, Н.В.Филатов, - Волгоград: ВолгГАСУ, 2013. - 45 с.

6. Коловский, М.З. Теория механизмов и машин: учебник / М.З.Коловский. - М.: Academia, 2018. - 304 с.

7. Коловский, М.З. Теория механизмов и машин: Учебное пособие для студ. высш. учеб.заведений / М.З.Коловский, А.Н.Евграфов, Ю.А.Семенов, А.В.Слоущ. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 560 с.

8. Кудинов, Ю.И. Теория механизмов и машин. Учебно-метод. пос. КПТ / Ю.И.Кудинов, Ф.Ф. Пашенко. - СПб.: Лань КПТ, 2016. - 288 с.

9. Леонов, И.В. Теория механизмов и машин.основы проектирования по динамическим критериям и показателям экономичности: Учебник для академического бакалавриата / И.В. Леонов, Д.И. Леонов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 239 с.

10. Матвеев, Ю.А. Теория механизмов и машин: Учебное пособие / Ю.А.Матвеев, Л.В.Матвеева. - М.: Альфа-М, ИНФРА-М, 2011. - 320 с.

11. Мкртычев, О.В. Теория механизмов и машин: Учебное пособие. / О.В.Мкртычев. - М.: Вузовский учебник, Инфра, 2019. - 320 с.

12. Пучин, Е.А. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика: Учебник / И.Н.Кравченко, Е.А.Пучин, А.В.Чепурин; Под ред. проф. И.Н.Кравченко. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 336 с.

13. Тимофеев, Г.А. Теория механизмов и машин: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Г.А.Тимофеев. - М.: Юрайт, 2015. - 429 с.

14. Тимофеев, Г.А. Теория механизмов и машин: Учебное пособие для бакалавров / Г.А.Тимофеев. - М.: Юрайт, 2013. - 351 с.
15. Тимофеев, С.И. Теория механизмов и механика машин / С.И.Тимофеев. - Рн/Д: Феникс, 2011. - 349 с.
16. Фролов, К.В. Теория механизмов и механика машин.Т.5.Механика в техническом университете / К.В.Фролов. - М.: МГТУ , 2012. - 686 с.
17. Чмиль, В.П. Теория механизмов и машин: Учебно-методическое пособие / В.П.Чмиль. - СПб.: Лань, 2012. - 288 с.

ON THE SYNTHESIS OF ASSUR'S GROUPS

^{1,2}V.Mustafayev, ²R.Mustafayev, ²O.Mammadov, ²A.Abbasov, ²İ.Mammadov

¹Doctor of Philosophy in Technics, Associate Professor

²Mingachevir State University

Abstract: Any mechanism is a kinematic chain with one link as a support, and in which, with a given movement of one or more links, the remaining links perform uniquely defined movements. In the basic principle of creating mechanisms, kinematic chains with a zero degree of freedom play an important role. The article considers the classification of Assur's groups - kinematic chains that satisfy this condition and are not divided into simpler ones, and presents specific results on their synthesis.

Keywords: kinematic chain, Assur's group, kinematic pair, class, order, leash

О СИНТЕЗЕ ГРУПП АССУРА

^{1,2}В.С.Мустафаев, ²Р.П.Мустафаев, ²О.М.Маммадов, ²А.М.Аббасов, ²И.Г.Маммадов

¹доктор философии по технике, доцент

²Мингячевирский государственный университет

Резюме: Любой механизм представляет собой кинематическую цепь с одним звеном в качестве опоры, и в которой при заданном движении одного или нескольких звеньев остальные звенья совершают однозначно определенные движения. В основном принципе создания механизмов большую роль играют кинематические цепи с нулевой степенью свободы. В статье рассмотрена классификация групп Ассура – кинематических цепей, удовлетворяющие этому условию и не делящиеся на более простые, и представлены конкретные результаты по их синтезу.

Ключевые слова: кинематическая цепь, группа Ассура, кинематическая пара, класс, порядок, поводок

Elmi redaktor: t.e.d., prof. Ə.Tağıyev

Çара təqdim edən redaktor: tex.f.d., dos. A.Əliyeva

Daxil olub: 07.02.2024

Çара qəbul edilib: 15.12.2024