

**ОСОБЛИВІСТЬ СТРУКТУРНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ  
МЕХАНІЗМІВ ВИЩИХ КЛАСІВ**

*Зроблено структурний аналіз певних механізмів вищих класів для різних варіантів можливих початкових механізмів. Отримані результати дозволяють спростити аналіз механізмів вищих класів за рахунок зниження їх класу для варіантів інших умовно обраних механізмів першого класу.*

*Ключові слова: група Ассура, ланка, пара, клас, порядок, механізм.*

S. KOSHEL, A. KOSHEL  
Kyiv national university of technologies and design

**PECULIARITY OF STRUCTURAL RESEARCH OF EXTRA CLASS MECHANISMS**

*Abstract – Purpose of the article is to study the structural features of high-end mechanisms to change class depending on the selected entry mechanism.*

*Made structural analysis of certain mechanisms III and IV classes to which group received the Assurians 3 classes 3 and 4 of the 4, Class 2 and 3 of the possible options for different initial mechanisms. The formulas obtained structure mechanism indicate that conventional change the original mechanism in the mechanisms of class mainly leads to a change in its class, and Assura groups such mechanisms have another class and order. The options initial mechanisms can be identified: those for which class mechanism decremented. Considering this simplifies further analysis of the mechanisms of the upper classes.*

*Subject to the other entry mechanism in the mechanisms of class can be a decrease in its class and facilitate further research.*

*Keywords: Assura group, link, couple, class, order, mechanism.*

**Вступ**

Механізми з структурними групами вищого класу все частіше використовуються в сучасних технологічних машинах легкої промисловості. Пояснити це можна необхідністю відтворення такими машинами складних рухів її робочих органів, що надає можливість забезпечити виконання технологічних процесів роботи обладнання. Саме складний характер траєкторій робочих органів та їх необхідні закони руху вимагають від розробників технологічного обладнання використання в механізмах таких машин структурних груп третього та вище класів за класифікацією Ассура [1].

**Постановка задачі**

Задачею дослідження є виконання структурного аналізу механізмів третього та четвертого класів для різних варіантів можливих початкових механізмів, що дозволяє знизити клас механізмів та спростити подальші їх кінематичні та динамічні розрахунки. Задача розв'язана з використанням основних положень структурного дослідження механізмів курсу теорії механізмів і машин.

**Аналіз досліджень та публікацій**

Проектування механізмів вищих класів вимагає від інженерів розв'язання задач динамічного та силового дослідження, для виконання яких попередньо необхідно робити структурний та кінематичний аналізи. Структурний аналіз механізму дозволяє не тільки встановити особливості будови складного механізму, а вказує на послідовність та способи його кінематичного та динамічного досліджень. Під час структурного аналізу за допомогою формули будови механізму з'ясовують послідовність приєднання структурних груп Ассура до механізму першого класу.

Послідовність кінематичного дослідження механізму збігається з послідовністю приєднання груп Ассура до ведучої ланки механізму, тому що кінематичні параметри руху цієї ланки задаються (або їх можна визначити за умов заданих кінематичних параметрів приводу машини). Тобто задача кінематичного дослідження механізму розв'язується в напрямку від визначених кінематичних параметрів до невизначених. Така послідовність досліджень повністю виправдана для механізмів другого класу: згідно з визначеними кінематичними параметрами точок, що збігаються з зовнішніми кінематичними парами груп Ассура другого класу складаються з системи рівнянь, що дозволяють розрахувати кінематичні параметри точки, що геометрично співпадає з центром внутрішньої кінематичної пари групи. Тому задача кінематичного дослідження механізмів другого класу в послідовності від ведучої ланки до веденої вважається статично визначеною [1].

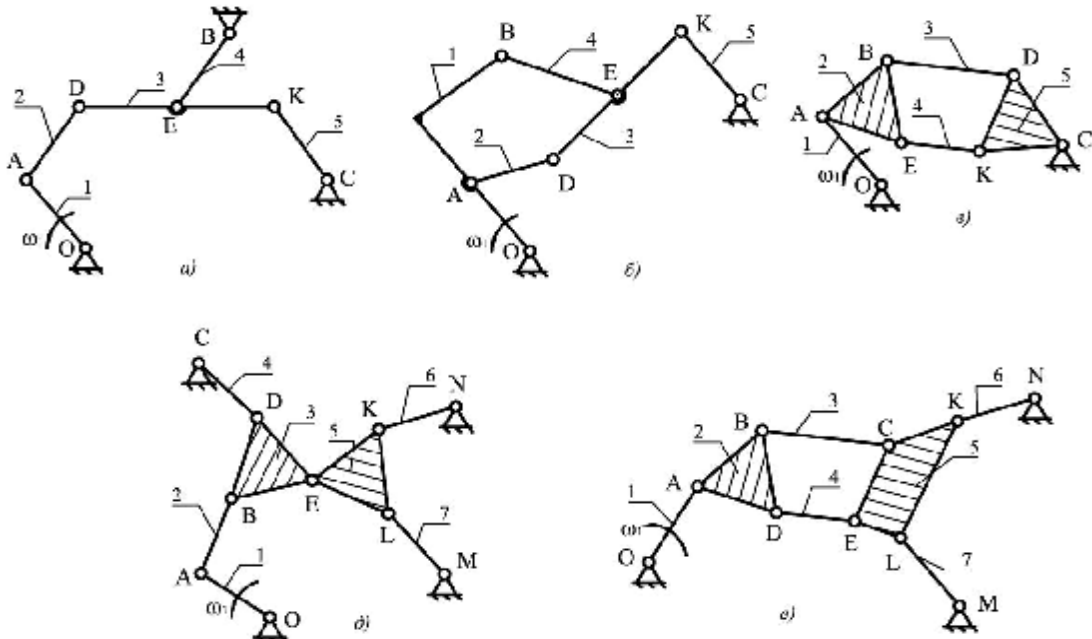
Під час кінематичного дослідження механізмів, до складу яких надходять групи Ассура третього (і більше) класу, послідовність досліджень «від ведучої ланки» призводить до певної невизначеності: за умов заданих кінематичних параметрів точок, що співпадають з зовнішніми кінематичними парами таких груп, визначити кінематичні параметри точок внутрішніх кінематичних пар групи можна за допомогою певних способів. Метод замкнених векторних контурів [2, 3], що дозволяє розв'язати задачу за допомогою наблизених математичних способів, є достатньо громіздким. Відомі способи обманних положень [4] та особливих точок Ассура [1] вимагають додаткових графічних побудов.

**Формулювання цілей**

Метою цієї роботи є дослідження структурних особливостей механізму вищого класу залежно від обраного початкового механізму, що впливає на клас механізму та призводить до спрощення кінематичного та подальших досліджень механізму.

**Результати та їх обговорення**

Розглянемо структурні схеми механізмів вищих класів (рис. 1) зі ступенем вільності  $W=1$  та однією ведучою ланкою - 1.



**Рис. 1. Варіанти структурних схем механізмів вислих класів:**  
 а) механізм третього класу з групою Ассура 3 класу 3 порядку ( $n=4; P_5=6$ );  
 б) механізм третього класу з групою Ассура 3 класу 3 порядку ( $n=4; P_5=6$ );  
 в) механізм четвертого класу з групою Ассура 4 класу 2 порядку ( $n=4; P_5=6$ );  
 д) механізм третього класу з групою Ассура 3 класу 4 порядку ( $n=4; P_5=9$ );  
 е) механізм четвертого класу з групою Ассура 4 класу 3 порядку ( $n=6; P_5=9$ ),  
 де  $n$  – кількість рухомих ланок групи Ассура;  
 $P_5$  – кількість кінематичних пар п'ятого класу в групі Ассура

На рис. 1 а, б, в наведені структурні схеми механізмів з групами Ассура, що складаються з чотирьох ланок ( $n=4$ ) та шести кінематичних пар п'ятого класу ( $P_5=6$ ). Структурні групи Ассура на рис. 1 д, е утворені:  $n=6, P_5=9$ . Незалежно від того, яка кількість ланок надходить до складу групи Ассура, вони утворюють механізми третього та четвертого класів: на рис. 1 а, б, д наведені механізми третього, а на рис. 1 в, е – четвертого класу. Формули будови цих механізмів відповідно:

- а) 1клас → 3клас 3порядок  
(0,1) (2,3,4,5)
- б) 1клас → 3клас 3порядок  
(0,1) (2,3,4,5)
- в) 1клас → 4клас 2порядок  
(0,1) (2,3,4,5)
- д) 1клас → 3клас 4порядок  
(0,1) (2,3,4,5,6,7)
- е) 1клас → 4клас 3порядок  
(0,1) (2,3,4,5,6,7)

Механізмом першого класу називають сукупність ведучої та нерухої ланок, що утворюють одну кінематичну пару. В наведених механізмах до механізму першого класу можна умовно обрати інші ведучі ланки. Для кожного з варіантів наводимо можливі формули будов таких механізмів:

- а) 1клас → 2клас 2порядок → 2клас 2порядок  
(0,4) (3,5) (1,2)  
1клас → 2клас 2порядок → 2клас 2порядок  
(0,5) (3,4) (1,2)
- б) 1клас → 4клас 2порядок  
(0,5) (1,2,3,4)

- в) 1клас → 3клас 3порядок  
(0,5) (1, 2,3,4)
- д) 1клас → 3клас 3порядок → 2клас 2порядок  
(0,4) (3,5,6,7) (1,2)
- 1клас → 2клас 2порядок → 2клас 2порядок → 2клас 2порядок  
(0,6) (5,7) (3,4) (1,2)
- 1клас → 2клас 2порядок → 2клас 2порядок → 2клас 2порядок  
(0,7) (5,6) (3,4) (1,2)
- е) 1клас → 2клас 2порядок → 3клас 3порядок  
(0,6) (5,7) (1,2,3,4)
- 1клас → 2клас 2порядок → 3клас 3порядок  
(0,7) (5,6) (1,2,3,4)

Отримані формули вказують на те, що умовна зміна початкового механізму в механізмах вищого класу переважно призводить до зміни його класу, групи Ассура таких механізмів мають інший клас та порядок.

Механізм третього класу (формула а) для можливих ведучих ланок 4, 5 перетворився в механізм другого класу, а механізм четвертого класу (формула в) – третього класу. Для різних варіантів ведучих ланок механізм четвертого класу (формула е) стає механізмом третього класу. Для механізму третього (формула д) можливі три варіанти інших початкових механізмів: якщо ведучою ланкою обрати ланку чотири, механізм не змінює свого класу, а для варіантів ведучих ланок 6, 7 – зменшує свій клас на одиницю. Для варіанту механізму (формула б) спостерігається збільшення класу: механізм третього класу за умови, що ведучою буде ланка 5, що стає механізмом четвертого класу.

Серед можливих варіантів початкових механізмів можна виявити такі, для яких клас механізму зменшується на одиницю. Саме такі варіанти структурних формул треба враховувати при проведенні подальшого аналізу механізму: вони дають можливість встановити послідовність складання певних рівнянь (наприклад, кінематичних, функцій положення ланок механізму та інше), що дозволяють спростити та оптимізувати процес отримання результатів таких досліджень.

Кінематичне дослідження механізму третього класу четвертого порядку (рис. 1 д) в напрямку від ведучої ланки 1 має певну невизначеність: кінематичні рівняння для точки В ланки 3 можна скласти з одного боку, обравши за полюс точку А (кінематичні параметри якої є визначеними), а з іншого боку – точку D, або точку Е (кінематичні параметри цих точок визначити не можна: кутова швидкість та прискорення ланок 4, 3 не задається). Для розв'язання задачі необхідно використовувати спеціальні способи дослідження [1–4]. Зовсім інша ситуація складається, якщо за вхідну ланку умовно обрати ланку 7 (формула д). Кінематичні рівняння складаємо в такій послідовності: для точки К за полюс обираємо точки L, М, точка Е – третя точка складної ланки 5 (кінематичні параметри точок Е, К, L є взаємопов'язаними), для точки D складаємо рівняння через точки С, Е, що обираємо за полюси, точка В – є третьою точкою складної ланки 3, кінематичні параметри точки А визначаємо через полюси В та О.

#### Висновки

Структурний аналіз певних механізмів вищого класу дозволяє стверджувати про те, що умовно обираючи інші ведучі ланки таких механізмів можна отримати зменшення класу механізму, а формули їх будови дозволяють з'ясувати послідовність складання кінематичних рівнянь, що дозволяють спростити подальші дослідження. Результати аналізу впроваджені в навчальну дисципліну «Теорія механізмів і машин» за напрямом підготовки бакалаврів 6.050502 «Інженерна механіка» на кафедрі інженерної механіки Київського національного університету технологій та дизайну.

#### Література

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / Артоболевский И.И. – М. : Наука, 1988. – 640 с.
2. Зиновьев В.А. Курс теории механизмов и машин / Зиновьев В.А. – М. : Наука, 1972. – 384 с.
3. Механика машин / [И.И. Вульсон, М.Л. Ерихов, М.З. Коловский и др.] ; под редакцией Смирнова Г.А. – М. : Высш. шк., 1996. – 511 с.
4. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин / Г.Г. Баранов – М. : Машиностроение, 1975. – 494 с.

#### References

1. Artobolevskiy I.Y. Teoriya mekhanyzmov y mashyn. – M.: Nauka, 1988 – 640 p.
2. Zynovev V.A. Kurs teoryy mekhanyzmov y mashyn. M.: Nauka., 1972 – 384 p.
3. Vulson Y.Y., M.L. Erykhov, M.Z. Kolovskiy y dr.; Pod redaktsyei Smyrnova H.A. Mekhanyka mashyn. M.: Vyssh. shk., 1996 – 511 p.
4. Baranov H.H. Kurs teoryy mekhanyzmov y mashyn. – M.: Mashynostroenye, 1975 –494 p.

Рецензія/Peer review : 17.3.2013 p.

Надрукована/Printed :21.4.2013 p.