

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ ЧЕТВЕРТОГО КЛАСУ З ЗАМКНЕНИМ КОНТУРОМ, УТВОРЕНИМ ШАТУНАМИ ТА ДВОМА СКЛАДНИМИ ЛАНКАМИ

Розглянуто структурне дослідження складних плоских механізмів четвертого класу зі ступенем вільності $W=1$, що базуються на основі різних можливих видів групи Ассура четвертого класу третього порядку з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками, які ураховують кількість і характер кінематичних пар та їх місце розташування в групі Ассура. Структурний аналіз зроблено за допомогою способу умовної зміни ведучої ланки механізму, який дозволяє отримати формули будов кінематично-еквівалентних механізмів третього класу, що дозволяє зробити можливим виконання кінематичного аналізу механізмів четвертого класу та з'ясувати послідовність визначення кінематичних параметрів точок таких механізмів.

Ключові слова: група Ассура, механізм, структурна формула, ланка.

S.O. KOSHEL, A.V. KOSHEL
Kiev National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

STRUCTURAL ANALYSIS OF FLAT MECHANISMS FOURTH CLASS WITH CLOSED CIRCUIT FORMED BY CONNECTING RODS AND TWO COMPLEX LINKS

Abstract - Structural study of complex planar mechanisms fourth class with closed circuit formed by connecting rods and two complex links with degree of freedom $W = 1$, which are based on different possible types of Assur fourth class of third order, which take into account the number and nature of a cinematic pairs of Assur and their location in the group.

The basic types of groups Assur fourth class of third order, to which received six mobile links and nine kinematics pairs of rotational and translational nature, which differ from one another the number and location of cinematic pairs specific character. Make structural analysis mechanisms on the basis of identified species groups Assur fourth class of third order for one of the other possible option selected entry mechanism. Problem solved taking into account the structure of formula features a mechanism to change the appearance depending on the chosen arbitrarily other leading link and using the basic mechanisms of the theory of the structure of the course the theory of mechanisms and machines.

Formulas of structures mechanisms fourth class for the various possible types of Assur fourth class of third order. The structure formulas of structures mechanisms of Assur come only third class, which allows you to set a sequence of mechanisms study fourth class, which greatly simplifies problem solving cinematic analysis of mechanisms.

Keywords: group Assur, mechanism, structural formula, link.

Вступ

Сучасні умови ринкових відносин вимагають від виробників обладнання легкої промисловості конкурентоспроможної продукції. Одним з основних параметрів, що впливає на продуктивність машин є швидкість (частота обертання) головного валу машини. В зв'язку з цим при проектуванні механізмів і машин важливу роль приділяють кінематичним та пов'язаними з ним силовими дослідженнями.

Механізми сучасного технологічного обладнання легкої промисловості відносяться до складних швидкісних механізмів, в яких використовуються структурні групи вищих класів. Це обумовлено складністю технологічного процесу утворення виробів в робочій зоні машини, для забезпечення якого необхідні специфічні складні рухи робочих органів машини, що в свою чергу вимагає від інженерів для проектування кінематичних схем механізмів таких машин використання структурних груп ланок вищих класів.

Постановка завдання

Виконати структурне дослідження механізмів четвертого класу з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками на основі різних можливих видів груп Ассура четвертого класу третього порядку з урахуванням властивості механізмів змінювати клас в залежності від обраної вхідної ланки.

Аналіз досліджень та публікацій

В машинах легкої промисловості широке розповсюдження мають механізми третього та вище класів за класифікацією Ассура [1]. На відмінність від механізмів другого класу, до складу яких надходять групи Ассура такого ж класу п'яти різних видів, механізми четвертого класу з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками на базі групи Ассура 4-го класу 3-го порядку не мають певної класифікації їх видів. Така «невизначеність» призводить до складнощів, які пов'язані з наступними кінематичними та подальшими динамічними дослідженнями механізмів. Якщо урахувати те, що для різноманіття механізмів вищого класу не існує загальноприйнятого універсального способу кінематичного дослідження стає зрозумілим прагнення дослідників спростити такі дослідження за допомогою структурної заміни механізмів вищих класів кінематично-еквівалентними механізмами нижчих класів.

Таке стає можливим, якщо в механізмі вищого класу зі ступенем вільності $W=1$ умовно змінити ведучу (вхідну) ланку механізму [2]. Так для механізмів четвертого класу з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками на базі групи Ассура 4-го класу 3-го порядку умовна зміна початкового механізму призводить до зменшення класу на одиницю. В формулах будов зазначених

механізмів присутні групи Ассура другого та третього класів, ступінь вільності та кінематичні параметри точок ланок механізму залишаються незмінними. Кінематичний аналіз груп Ассура третього класу є можливим з використанням спеціальних методів дослідження [1, 3, 4],

Формулювання цілей

Отримати формули будов механізмів четвертого класу для різних можливих видів групи Ассура четвертого класу третього порядку з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками за умови обраного можливого іншого початкового механізму, що дозволяє спростити вирішення кінематичного аналізу таких механізмів.

Результати та їх обговорення

Розглянемо різні види груп Ассура четвертого класу третього порядку з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками, що складаються з шести ланок (2–7) та дев'яти кінематичних пар $A_1 - A_9$ (пари A_1, A_8, A_9 – зовнішні, $A_2 - A_7$ – внутрішні) (рис. 1–5).

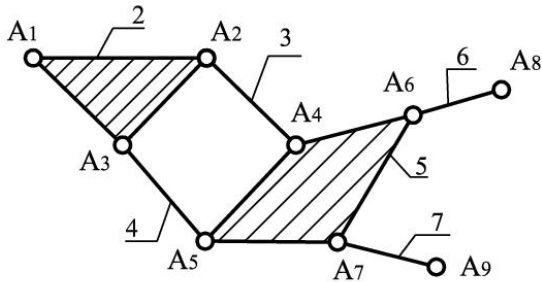


Рис. 1. Група Ассура 4-го класу 3-го порядку з дев'ятьма обертальними кінематичними парами

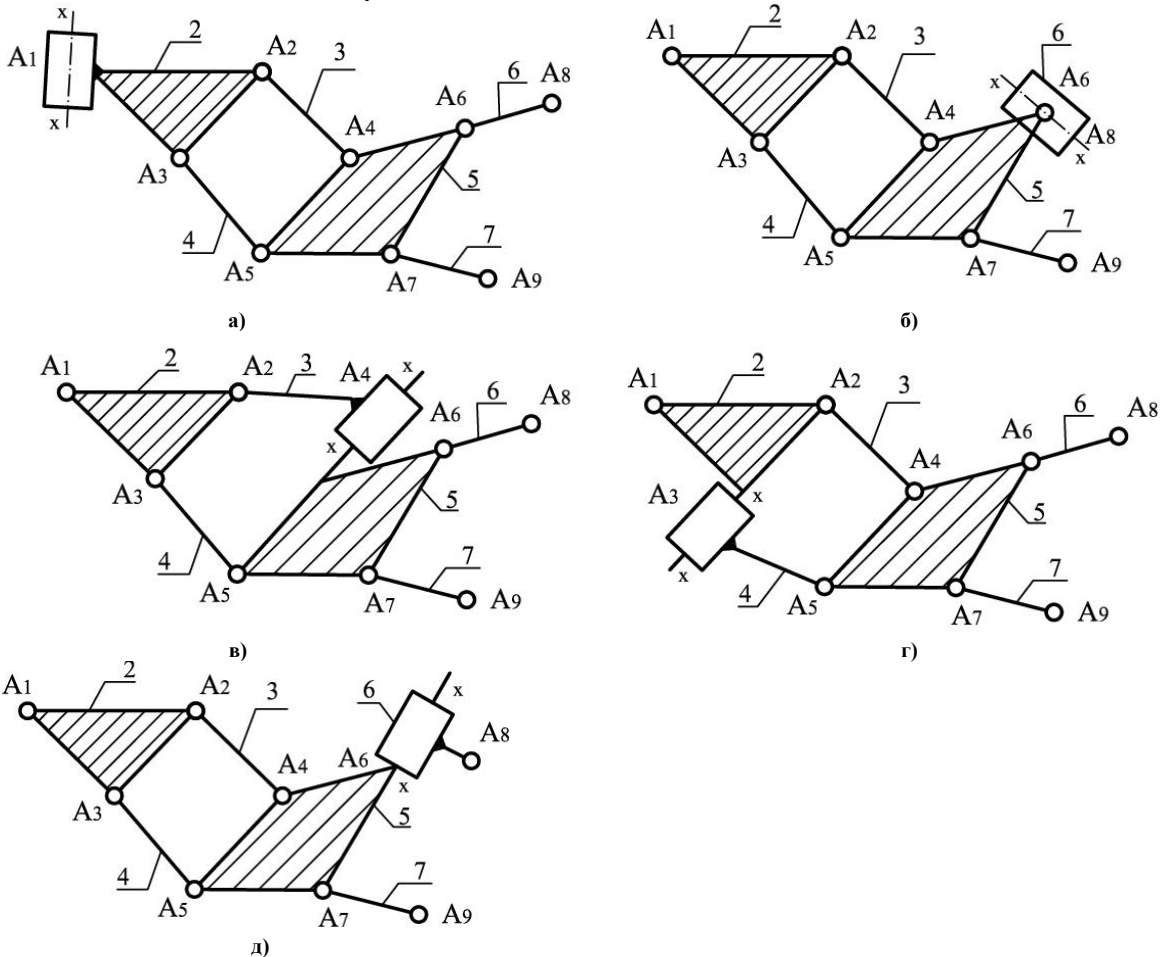


Рис. 2. Групи Ассура четвертого класу третього порядку з восьма обертальними та однією поступальною кінематичними парами: а, б – з зовнішньою поступальною парєю; в, г, д – варіанти з внутрішньою поступальною парєю

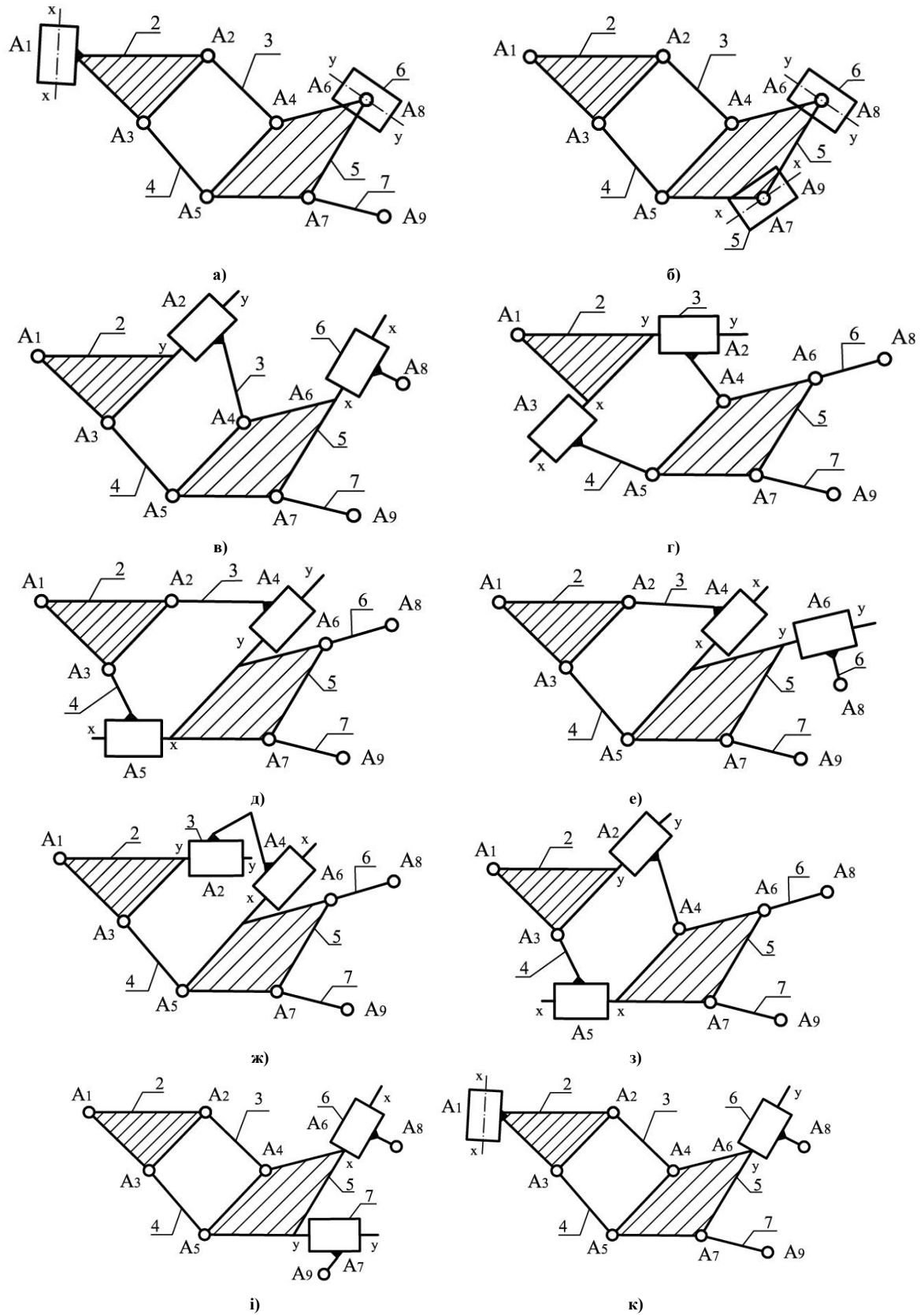


Рис. 3. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з сьома обертальними та двома поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy не є паралельними): а, б – варіанти з двома зовнішніми поступальними парами; в, г, д, е, ж, з, и – варіанти з двома внутрішніми поступальними парами; к – варіанти з однією внутрішньою та однією зовнішньою поступальними парами

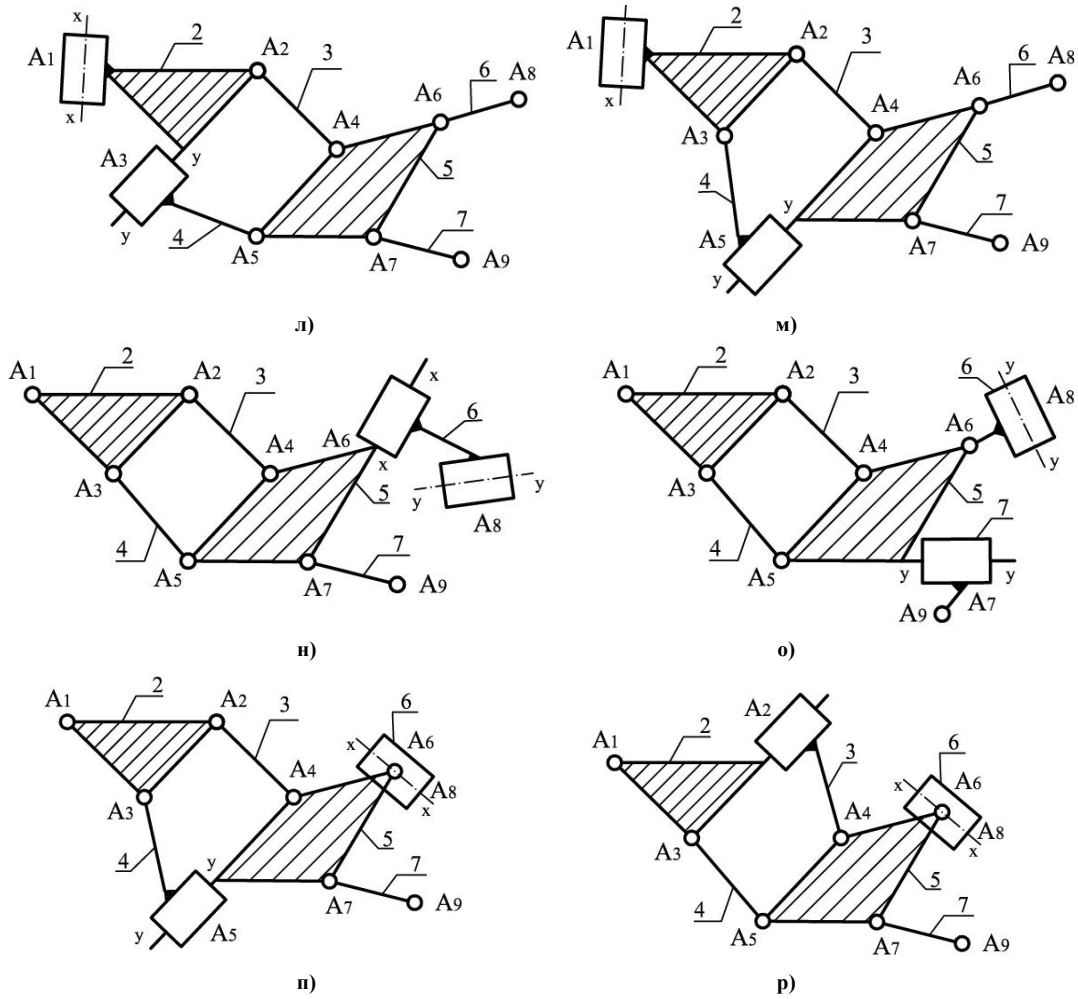


Рис. 3. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з сьома обертальними та двома поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy не є паралельними): л, м, н, о, п, р – варіанти з однією внутрішньою та однією зовнішньою поступальними парами (продовження)

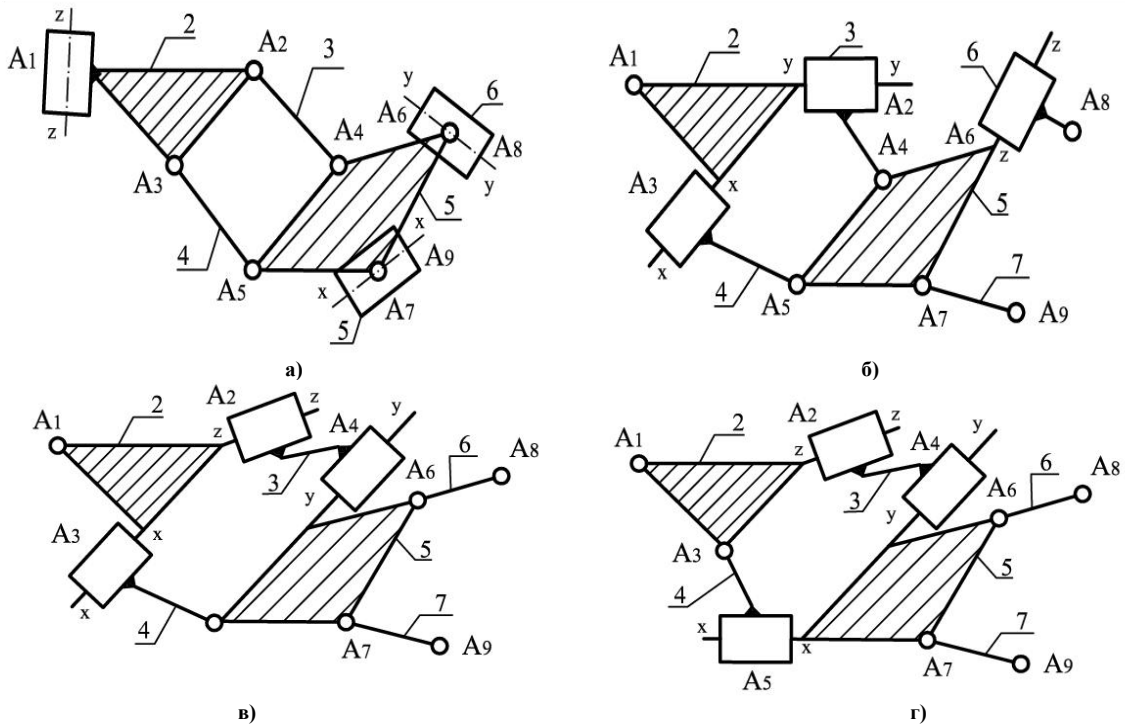


Рис. 4. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з шістьма обертальними та трьома поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy , zz не є паралельними): а – з трьома зовнішніми поступальними парами; б, в, г – варіанти з трьома внутрішніми поступальними парами

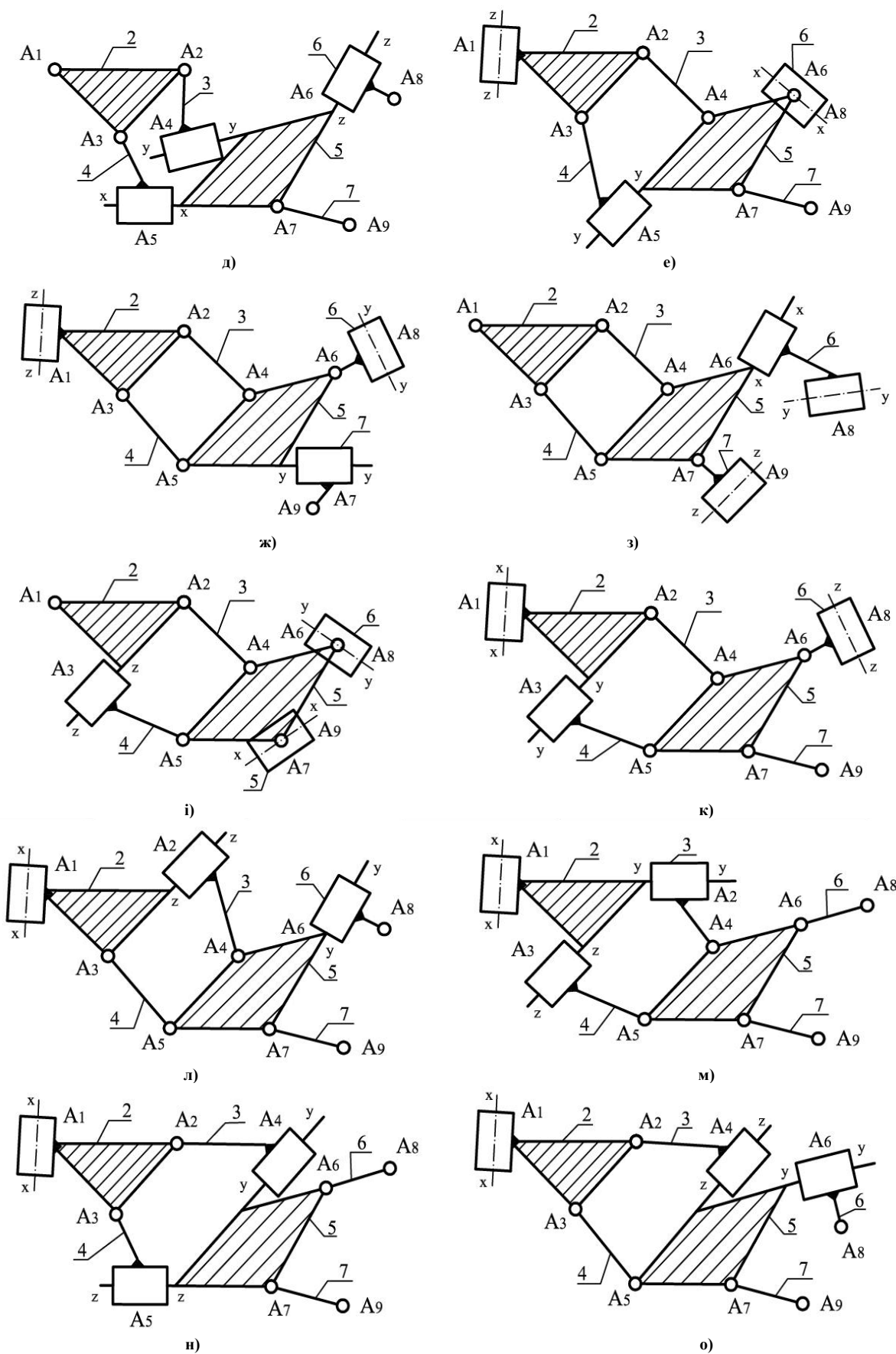


Рис. 4. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з шістьма обертальними та трьома поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy , zz не є паралельними): д – варіанти з трьома внутрішніми поступальними парами; е, ж, з, і, к – варіанти з двома зовнішніми та однією внутрішньою поступальними парами; л, м, н, о - варіанти з однією зовнішньою та двома внутрішніми поступальними парами (продовження)

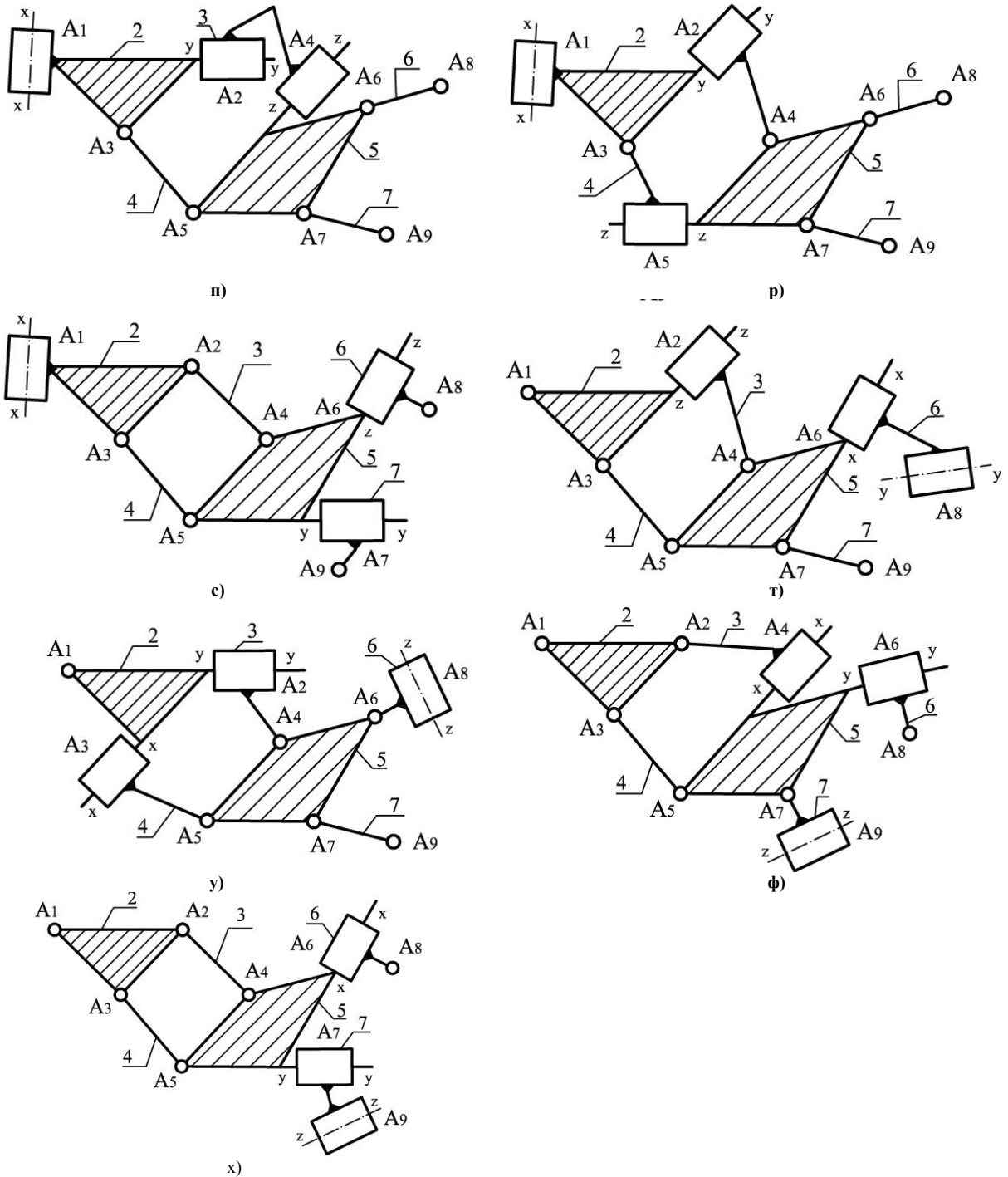


Рис. 4. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з шістьма обертальними та трьома поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy , zz не є паралельними): п, р, с, т, у, ф, х - варіанти з однією зовнішньою та двома внутрішніми поступальними парами (продовження)

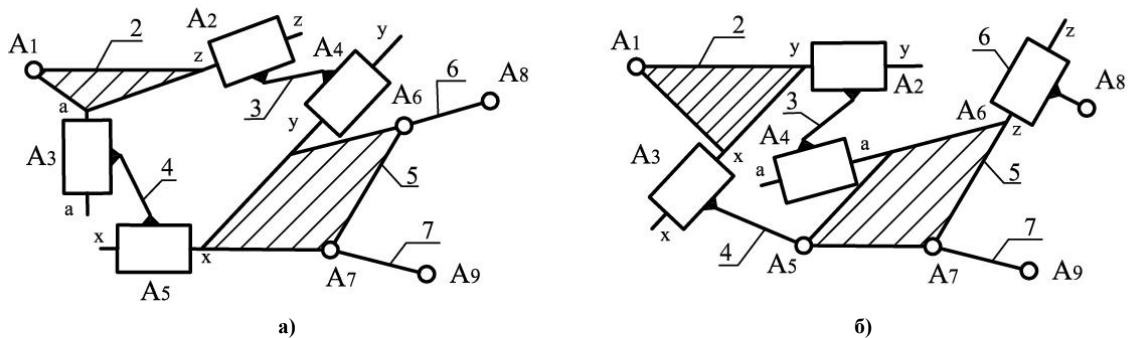


Рис. 5. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з п'ятьма обертальними та чотирма поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy , zz , aa не є паралельними): а, б – варіанти з чотирма внутрішніми поступальними парами

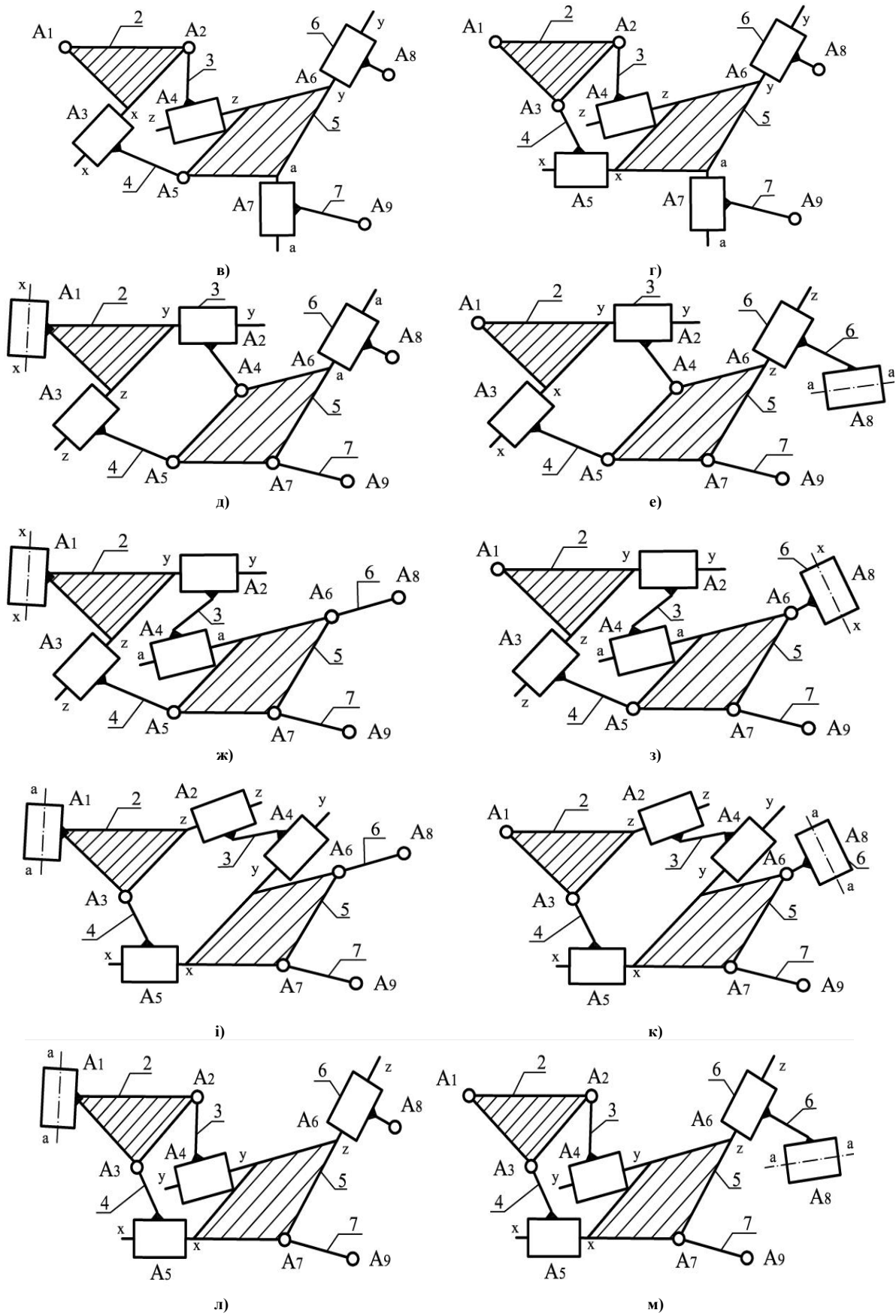


Рис. 5. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з п'ятьма обертальними та чотирма поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy , zz , aa не є паралельними): в, г – варіанти з чотирма внутрішніми поступальними парами; д, е, ж, з, і, к, л, м – варіанти з трьома внутрішніми і однією зовнішньою поступальними парами (продовження)

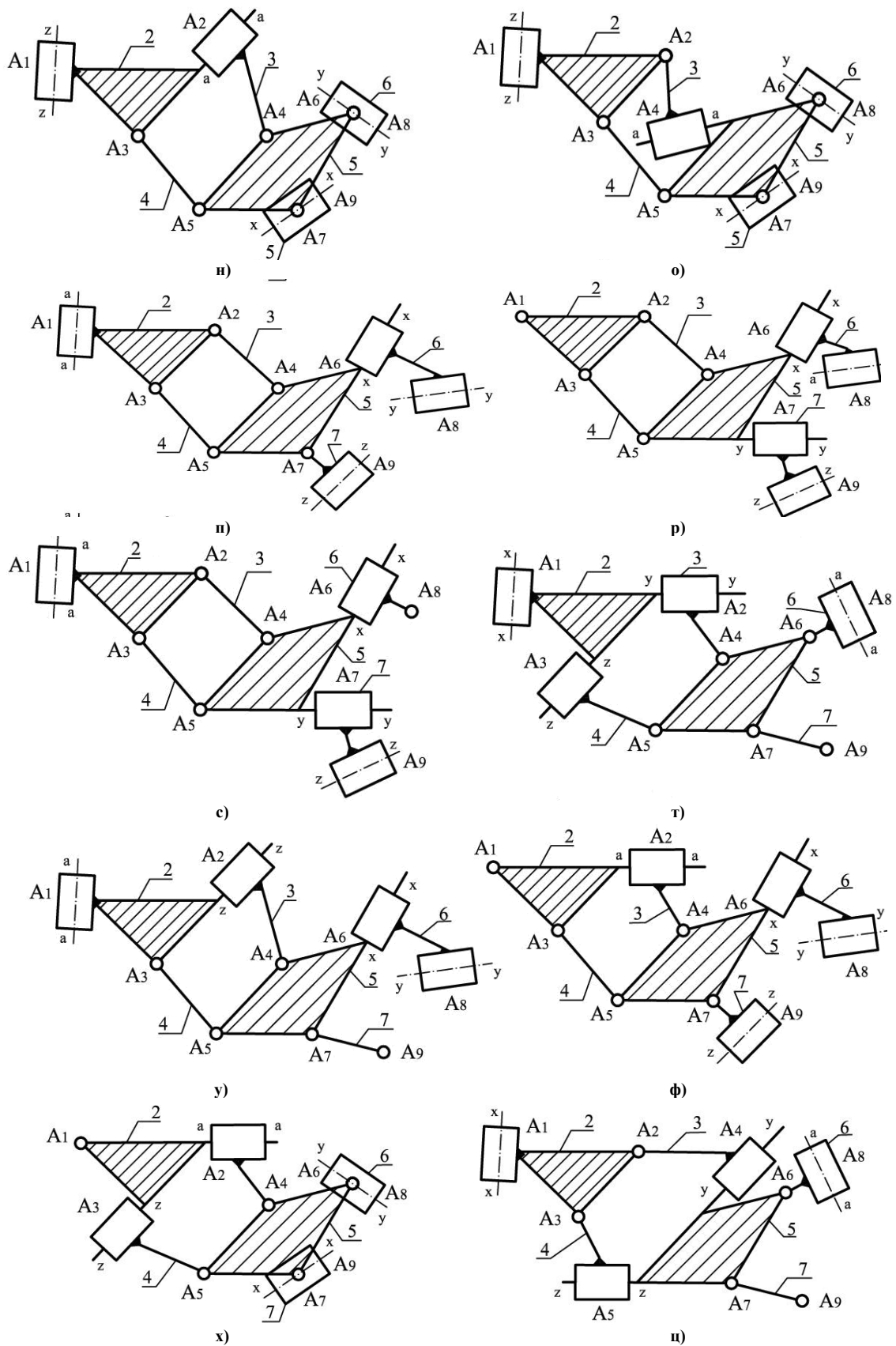
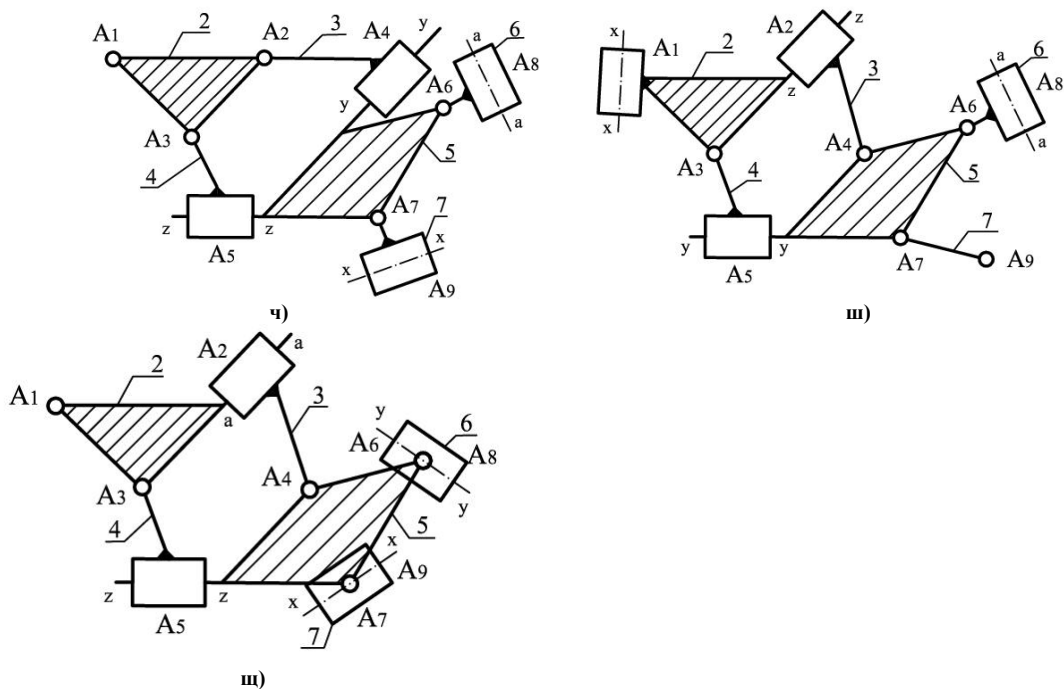


Рис. 5. Групи Ассур четвертого класу третього порядку з п'ятьма обертовими та чотирма поступальними кінематичними парами (вісі xx , yy , zz , aa не є паралельними):
 н, о, п – варіанти з трьома зовнішніми і однією внутрішньою поступальними парами;
 р, с, т, у, ф, х, ц – варіанти з двома зовнішніми і двома внутрішніми поступальними парами (продовження)



**Рис. 5. Групи Ассура четвертого класу третього порядку з п'ятьма обертальними та чотирма поступальними кінематичними парами (вісі xx, yy, zz, aa не є паралельними):
 ч, ш, щ – варіанти з двома зовнішніми і двома внутрішніми поступальними парами**

Інші види груп Ассура четвертого класу третього порядку можна отримати, якщо в варіантах (рис. 1–5) замінити обертальні і поступальні кінематичні пари, відповідно, поступальними і обертальними парами. Для того, щоб визначити послідовність кінематичного дослідження на основі наведених варіантів груп Ассура четвертого класу третього порядку згідно з умовною заміною ведучої ланки будемо вважати, що дійсна ведуча ланка 1 механізму (кривошип) утворює з ланкою 2 групи кінематичну пару A_1 , а дві інші зовнішні кінематичні пари A_8, A_9 утворені відповідними ланками 6, 7 групи Ассура та стояком 0.

Результати дослідження для зручності наведені в таблиці. Формули будов механізмів, що є кінематично-еквівалентними механізмам четвертого класу мають варіанти, в яких умовно іншою можливою ведучою ланкою є ланка 7.

Аналіз формул наведених в таблиці дозволяє стверджувати, що механізм четвертого класу з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками на основі груп Ассура четвертого класу третього порядку можна кінематично дослідити в послідовності, яка обумовлена формулою будови умовного кінематично-еквівалентного механізму третього класу.

Формули будов умовних кінематично-еквівалентних механізмів

Для варіанту рис. 1 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 6 обертальних пар)
Для варіантів рис. 2 а) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 внутрішня поступальна пара) б) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 6 обертальних пар) в) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 зовнішня поступальна пара) г) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 внутрішня поступальна пара) д) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 3 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 6 обертальних пар)
Для варіантів рис. 3 а) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 внутрішня поступальна пара) б) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 6 обертальних пар) в) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 3 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 внутрішня поступальна пара) г) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 2 внутрішні поступальні пари) д) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 2 зовнішні поступальні пари)

- г) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 5 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 2 зовнішні поступальні пари)
- д) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 3 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 3 внутрішні поступальні пари)
- е) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 5 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 2 внутрішні поступальні пари)
- ж) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 1 зовнішня, 3 внутрішні поступальні пари)
- з) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 1 зовнішня, 2 внутрішні поступальні пари)
- і) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 1 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 2 зовнішні, 2 внутрішні поступальні пари)
- к) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 2 зовнішні, 1 внутрішня поступальні пари)
- л) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 3 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 2 зовнішні, 1 внутрішня поступальні пари)
- м) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 5 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 2 зовнішні поступальні пари)
- н) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 2 внутрішні поступальні пари)
- о) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 1 зовнішня, 1 внутрішня поступальні пари)
- п) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 5 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 внутрішня поступальна пара)
- р) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 6 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 6 обертальних пар)
- с) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 5 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 внутрішня поступальна пара)
- т) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 3 внутрішні поступальні пари)
- у) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 5 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 2 внутрішні поступальні пари)
- ф) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 5 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 1 внутрішня поступальна пара)
- х) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4; 2 внутрішні поступальні пари)
- ц) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 2 зовнішні, 1 внутрішня поступальні пари)
- ч) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 2 зовнішні поступальні пари)
- ш) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 1 зовнішня, 2 внутрішні поступальні пари)
- щ) 1 клас (0,7) → 2 клас 2 порядок 2 вид (5,6) → 3 клас 3 порядок (1–4, 1 зовнішня, 1 внутрішня поступальні пари)

Висновки

Зроблено структурне дослідження механізмів 4-го класу з замкненим контуром утвореним шатунами та двома складними ланками на основі можливих видів груп Ассур 4-го класу третього порядку за допомогою умовної зміни ведучої ланки механізму. Отримані результати дозволяють зробити можливим виконання кінематичного аналізу механізмів четвертого класу та з'ясувати послідовність визначення кінематичних параметрів точок таких механізмів.

Література

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский – М. : Наука, 1988. – 640 с.
2. Кошель С. О. Аналіз плоских механізмів з структурними групами 3-го класу / Кошель С. О., Кошель Г. В. // Вісник КНУТД. – К., 2012. – № 4. – С. 22–26.
3. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин / Баранов Г.Г. – М. : Машиностроение, 1975. – 494 с.
4. Сборник научно-методических статей по теории механизмов и машин. Выпуск 9. – М. : Высш. шк., 1982. – 160 с.

Рецензія/Peer review : 22.2.2016 р.

Надрукована/Printed : 18.4.2016 р.
Рецензент : проф., д.т.н., Місяць В.П.