

Лекція №2

2.1.5. Кінематична схема механізму



На кінематичних схемах шарнірно-важільних механізмів використовують умовні позначення, основні з яких наведені на рис. 2.11.

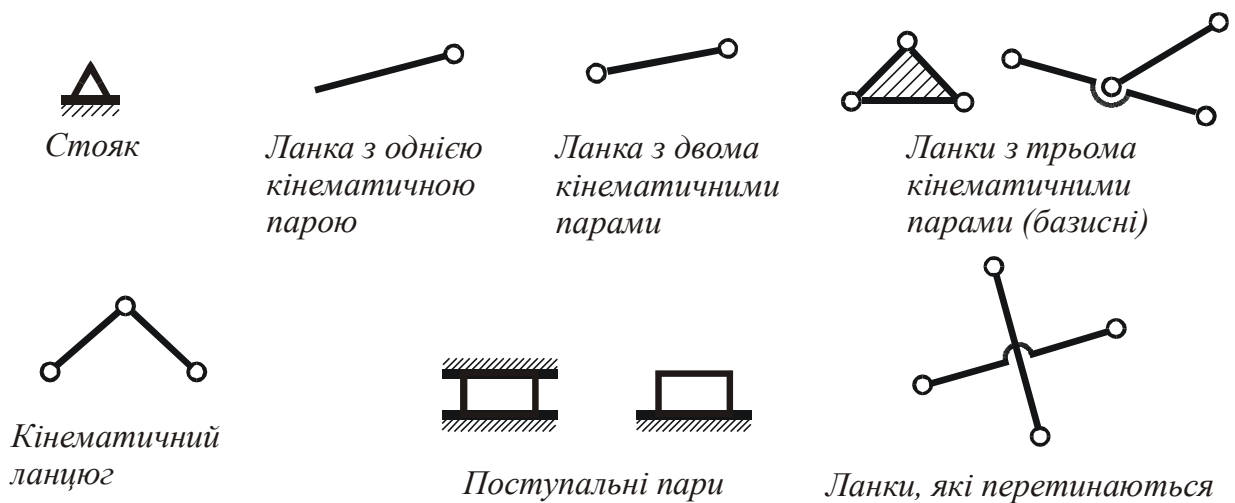


Рис. 2.11 Умовні позначення на кінематичних схемах механізмів

2.1.6. Пасивні (надлишкові) в'язі та ланки

При виводі структурних формул механізму (2.1) і (2.2) усі рівняння в'язей вважалися незалежними. Однак, на практиці при накладанні в'язей можуть бути використані додаткові в'язі, які не впливають на ступінь рухливості кінематичних ланцюгів, але вони перетворюють ці ланцюги в статично невизначні. При наявності таких в'язей рівняння (1.1) стає невизначним:

$$w = 6n - (5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 + p_1 - q), \quad (2.3)$$

де q — кількість зайвих в'язей.

В цьому рівнянні w і q невідомі. Розв'язок таких рівнянь дуже складний. На практиці для більшості плоских механізмів ступінь рухомості є очевидною. Тобто w можна визначити на основі геометричного аналізу і розв'язати рівняння (2.3) відносно q . При аналізі важливим є правильно

визначити, які в'язі надлишкові і їх вилучити. Наприклад, на рис. 2.12 наведена схема двокривошипного механізму ($l_{OA}=l_{BC}$) спарника паровоза.

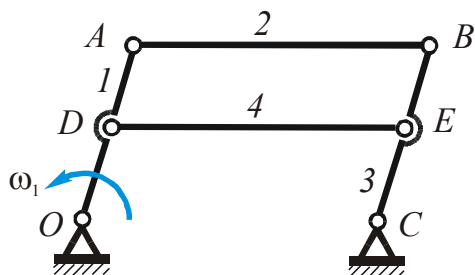


Рис. 2.12 Двокривошипний механізм

Його ступінь рухливості обчислюється за формулою (2.2):

$$w = 3n - 2p_5 = 0.$$

Згідно зі структурною формулою маємо нерухому раму. Однак очевидно, що це механізм з однією узагальненою координатою φ_1 , тобто $w=1$. Тут ланка 4 є пасивною. Її вилучення ніяк не вплине на кінематику механізму.

2

З якою ж метою до складу механізму вводяться пасивні в'язі та ланки?

По-перше, щоб збільшити жорсткості його конструкції.

По-друге, щоб усунути невизначеність руху механізму в деяких його положеннях.

3

Приклад такого положення для шарнірно-важільного коромислового механізму показаний на рис. 2.13.

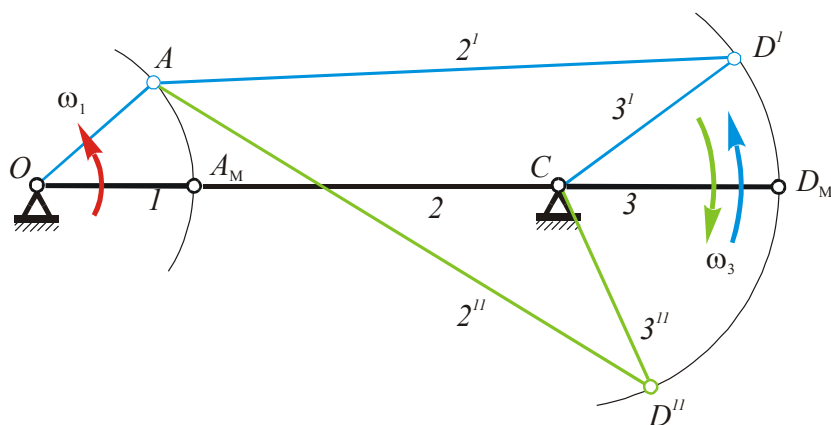


Рис. 2.13 Кривошипно-коромисловий механізм

По-третьє, пасивні ланки можуть також вводиться з метою заміни тертя ковзання в кінематичних парах тертям кочення.

За структурною формулою для кулачкового механізму (рис. 2.14) отримаємо:

$$w = 3n - 2p_5 - p_4 = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 3 - 1 = 2.$$

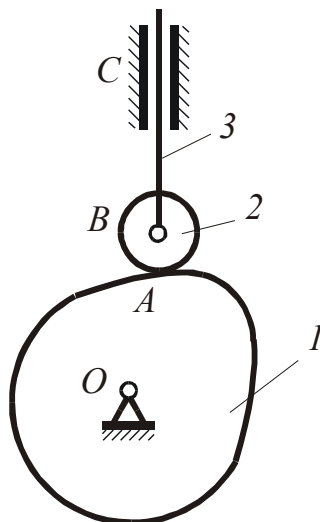


Рис. 2.14 Кулачковий механізм

Виходить, що тут має бути заданим закон руху двох ланок. Але очевидним є те, що вхідна ланка тут лише одна – кулачок 1. Ролик 2 – пасивна ланка. Якщо його видалити, то матимемо:

$$w = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 2 - 1 = 1.$$

Тема 2.2. СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ МЕХАНІЗМУ

2.2.1. Поняття про групу Ассура

Структурним синтезом механізму називається проектування його структурної схеми.

4

В основі структурного синтезу лежить метод, запропонований В. Ассуром. Він запропонував розглядати кожен механізм, як ланцюг, утворений шляхом нашарування структурних груп – груп Ассура, приєднаний до найпростішого початкового механізму.

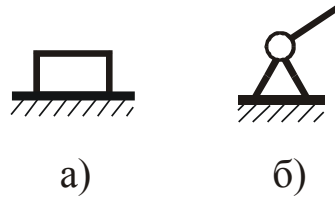


Рис. 2.15 Початкові механізми: а – з поступально рухомою ланкою; б – з обертальною ланкою

Ступінь рухливості цих механізмів $w = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 = 1$.

Розглянемо синтез на прикладі шестиланкового механізму зі ступенем рухливості $w = 1$. Початковий механізм – обертальна ланка зі стояком (рис. 2.16 а).

Щоб ступінь рухливості не змінювався (залишалась тільки одна вхідна ланка), приєднані структурні групи відносно своїх зовнішніх пар повинні мати ступінь рухливості $w = 0$. Тобто

$$w = 3n - 2p_5 = 0 \quad (2.4)$$

Вищі пари до структурних груп не входять.

Найпростіший ланцюг включає, згідно з умовою (2.4), дві рухомі ланки і три шарніри (рис. 2.16 б). Першу групу приєднуємо до початкового механізму і стояка (рис. 2.16 в). Другу групу можна приєднати до будь-якої з рухомих ланок і до стояка. На рис. 2.16 г) ця група приєднана до ланки 2, яка в даному випадку є базисною.

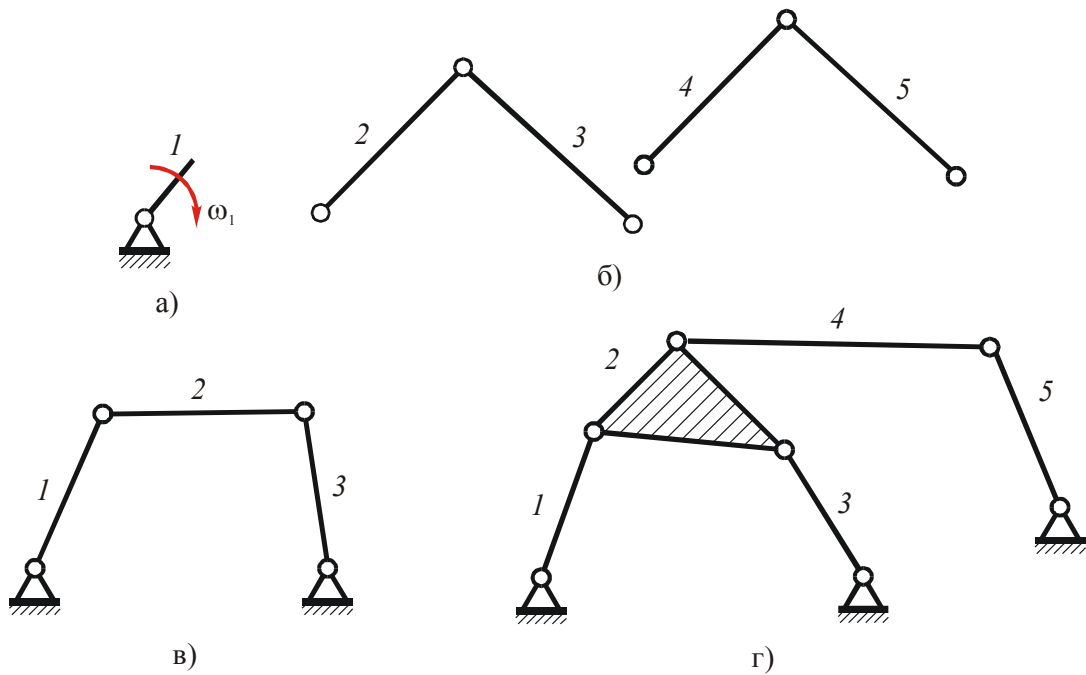


Рис. 2.16 Синтез шестиланкового шарнірно-важільного механізму: а – початковий механізм; б – структурні групи; в – чотириланковий механізм; г – шестиланковий механізм;

Легко переконатися, що синтезовані механізми відповідають поставленій умові – це шестиланкові механізми з $w = 1$.

2.2.2. Класифікація груп Ассура

Найтипівіші для сучасних механізмів структурні групи наведені в табл. 2.1.

В. Ассур запропонував поділити всі групи на класи і порядки.

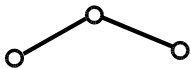
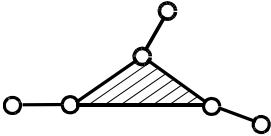
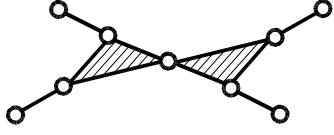
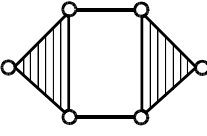
Класифікація за Ассуром. До груп I-го і II-го класів відносяться такі, які не містять змінних контурів, і відрізняються тим, що групи II-го класу включають базисні ланки, які з'єднані тільки з іншими базисними ланками (рис. 2.17). групи III-го класу містять один змінний контур; групи IV-го класу – два змінних контури і т.д.

Порядок групи визначається числом повідків (див. табл. 2.1 і рис. 2.17)

Класифікація за Артоблевським. На сьогодні користуються переважно цією системою структурної класифікації:

- клас групи визначається кількістю шарнірів в найскладнішому замкненому контурі;
- порядок групи визначається кількістю шарнірів, якими група приєднується до механізму.

Таблиця 1.1 Найтипівіші групи Ассура та їх класифікація

Вид групи	Класифікація	
	За Ассуром	За Артоболевським
	I-й клас 2-й порядок	II-й клас 2-й порядок
	I-й клас 3-й порядок	III-й клас 3-й порядок
	I-й клас 4-й порядок	III-й клас 4-й порядок
	III-й клас 0-й порядок	IV-й клас 2-й порядок

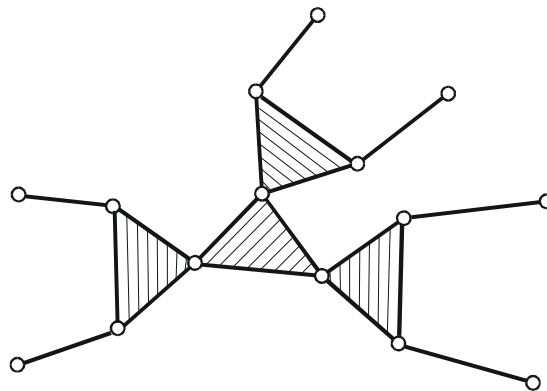


Рис. 2.17 Структурна група II-го класу 6-го порядку за Ассуром

Групи II-го класу 2-го порядку І.І.Артоболевський запропонував поділити на п'ять видів, схеми яких показані на рис. 2.18.

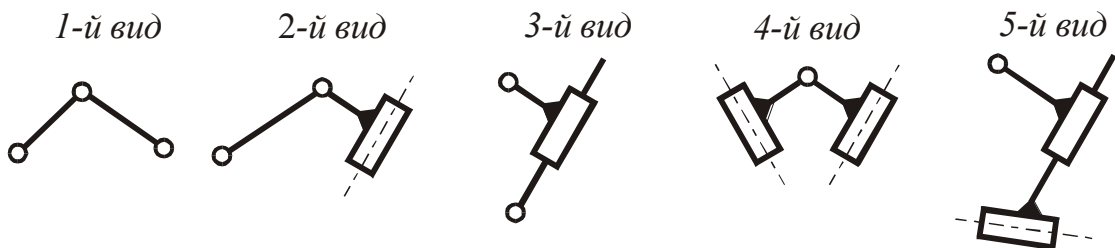


Рис. 2.18 Структурні групи II-го класу 2-го порядку за Артоболевським

Розділ 3. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Тема 3.1. СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ТА СТРУКТУРНА КЛАСИФІКАЦІЯ МЕХАНІЗМІВ

Основною задачею *структурного аналізу механізмів* є визначення його класу і порядку.

7

Структурний аналіз проводиться в порядку, оберненому до синтезу:

- для заданого механізму потрібно побудувати структурну схему;
- виділити початковий механізм;
- розчленувати ланцюг, що залишився, на структурні групи Ассура.

Побудова структурної схеми. Структурна схема будується за заданою кінематичною схемою в такій послідовності:

- Виявляються пасивні ланки і в'язі, які видаляються зі схеми механізму.
- Усі вищі пар заміняються нижчими. Для цього в центрі кривини елементів вищих кінематичних пар у точці їх дотику поміщають шарніри A і B (рис. 3.1). З'єднують їх ланкою AB , вісь якої збігається зі спільною нормаллю в точці дотику C . Їх також з'єднують з шарнірами O і O_1 ланками OA і O_1B . Отриманий механізм є *кінематично еквівалентним* до вихідного з вищою парою. Швидкості та прискорення його точок і відповідних точок вихідного механізму однакові, що нескладно показати (див. [1]). Отриманий кінематично еквівалентний до вихідного механізм називається *замінним механізмом*.

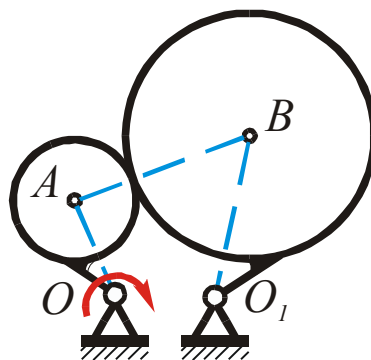


Рис. 3.1 Кінематично еквівалентні механізми

- Усі поступальні пари замінюються на обертальні. При цьому поступальний рух повзуна розглядають як миттєвий обертальний відносно точки, що знаходиться на нескінченності, а сам повзун розглядають як поводок нескінченної довжини (рис. 3.2).
- Ланки, які утворюють три і більше кінематичні пари, зображають у вигляді многогранників з кількістю вершин, що дорівнює кількості шарнірів. За цим самим принципом зображають і стояк.



Рис. 3.2 Заміна поступальної пари на обертальну

Зауваження: на структурній схемі ланки не повинні перетинатися.

Приклад 3.1. Визначити клас і порядок *прямилі Ліпкінна-Посельє* (рис.3.3).

РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Одну й ту ж ланку не можна включати до різних груп Ассура.
2. Стояк не може входити як ланка до групи Ассура.
3. Починати аналіз слід з останньої, по відношенню до початкового механізму, приєднаної групи Ассура.

Приклад 3.2. Визначити клас і порядок механізму приводу стола стругального верстата (рис.3.4).

Приклад 3.3. Визначити клас і порядок кулачково-важільного механізму (рис.3.5).

З наведених прикладів можна зробити висновок про те, що розглянуті механізми, зовсім різні за конструкцією та функціональним призначенням, належать до одного класу і порядку. А механізм приводу стола стругального верстата (рис. 3.4) та кулачково-важільного механізму (рис. 3.5) мають навіть однакові структурні схеми.

Таким чином класифікація за структурною ознакою дозволяє:

1. Об'єднати різні за функціональною та конструктивною ознаками механізми і використати для них однакові методи аналізу і синтезу.
2. Вибирати методи аналізу в залежності від того, яка ланка обирається як початкова. Справа в тому, що клас механізму можна змінювати в залежності від того, яка ланка входить до складу початкового механізму. Так, якщо в синтезованому нами шестиланковому механізмі (рис. 2.16 г) початковою ланкою буде ланка 1, то матимемо механізм II-го класу 2-го порядку. А якщо це буде ланка 5, – то отримаємо механізм III-го класу 3-го порядку.

Більшість існуючих механізмів відноситься до II-го, III-го і IV-го класів за Артоблевським.