

Міністерство освіти і науки України  
Донецький національний технічний університет

Кафедра ОПМ

## **Структурний аналіз плоских механізмів**

**Методичні вказівки до самостійної роботи  
студентів з курсу ТММ**

Донецьк, ДонНТУ - 2004

# **Структурний аналіз плоских механізмів**

**Методичні вказівки до самостійної роботи  
студентів з курсу ТММ**

Укладач: Пархоменко Валентина Георгіївна

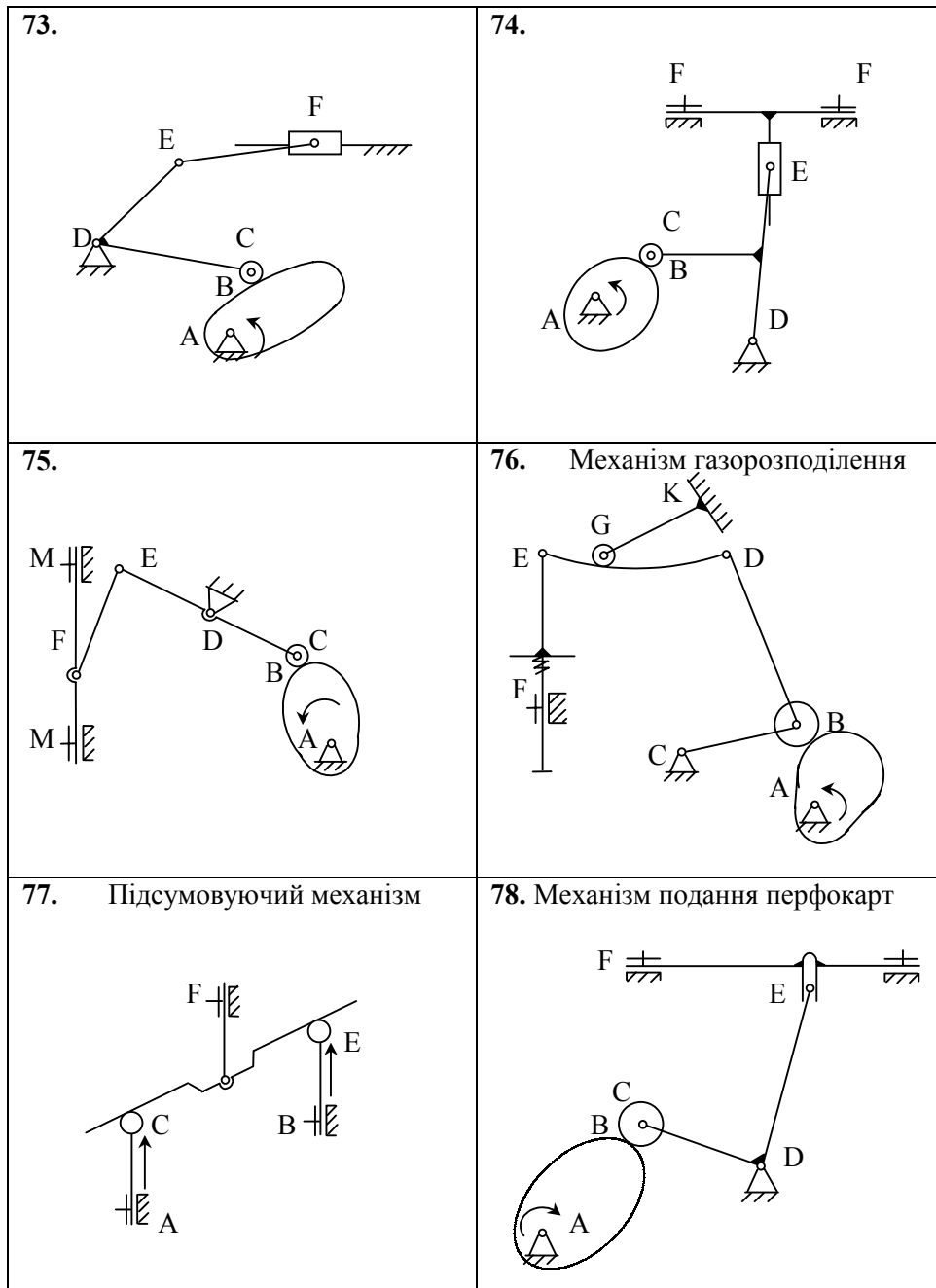
Комп'ютерний набір: Болотіна Світлана Євгенівна

## Структурний аналіз плоских механізмів

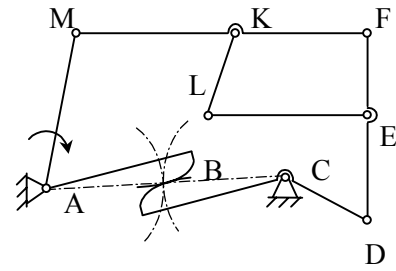
Методичні вказівки до самостійної роботи  
студентів з курсу ТММ

Розглянуто  
на засіданні кафедри  
“Основи проектування машин”  
Протокол № від 2004р.

Затверджено на засіданні  
навчально-методичної  
ради ДонНТУ  
Протокол № від



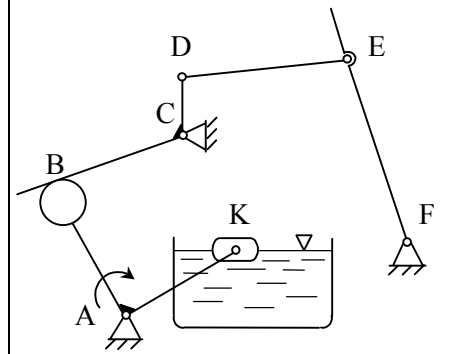
67.



Механізм еліпсографа

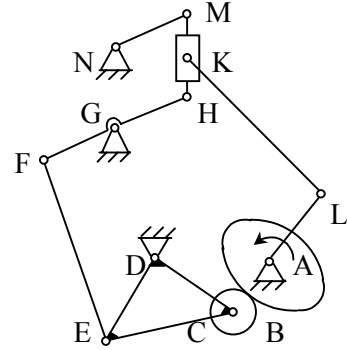
68.

Механізм паливоміра



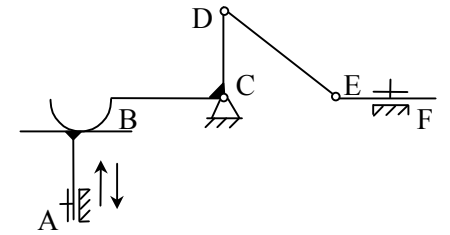
69.

Механізм пилюрами

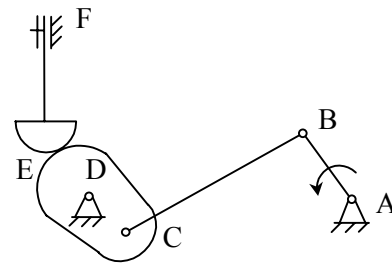


70.

Механізм приймача тиску електричного дистанційного манометру

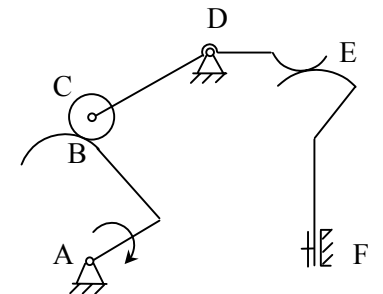


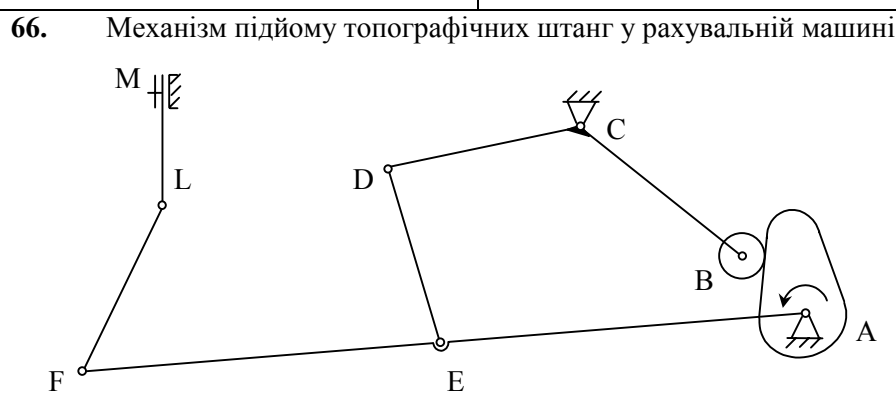
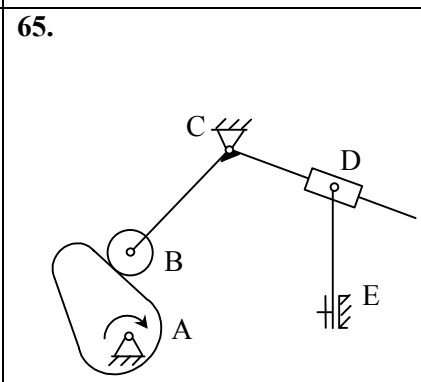
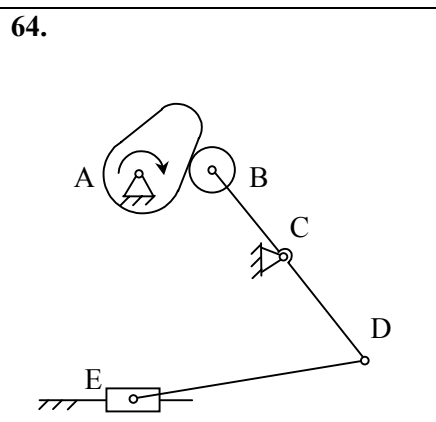
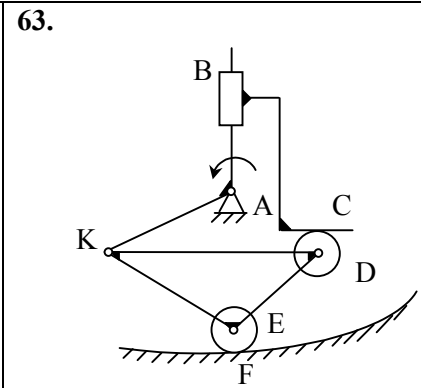
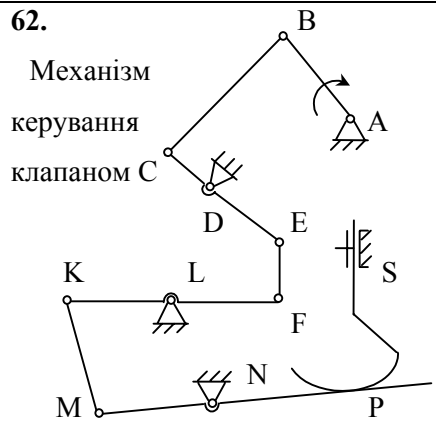
71.



72.

Механізм газорозподілення двигуна внутрішнього згорання





# 1. Структурний аналіз плоских механізмів

Структурний аналіз включає в себе: визначення ступеню рухомості механізму та його класу з зазначенням будови механізму.

Ступенем рухомості механізму називається кількість незалежних координат, які необхідно задати для визначення положення ланок механізму в системі координат, жорстко пов'язаною з нерухомою ланкою.

Для плоских механізмів ступінь рухомості визначається за формулою Чебишова П.Л.:

$$W = 3n - 2p_1 - p_2, \quad (1)$$

- де  $n$  – кількість рухомих ланок механізму;
- $p_1$  - кількість однорухомих кінематичних пар;
- $p_2$  - кількість дворухомих кінематичних пар.

Отриманий результат та структурну схему механізму необхідно проаналізувати з метою виявлення зайвих ступенів вільності. При визначенні класу механізму треба виключити із структурної схеми надлишкові зв'язки.

Структурна група (група Ассура) – це кінематичний ланцюг, приєднання якого до механізму не змінює кількість

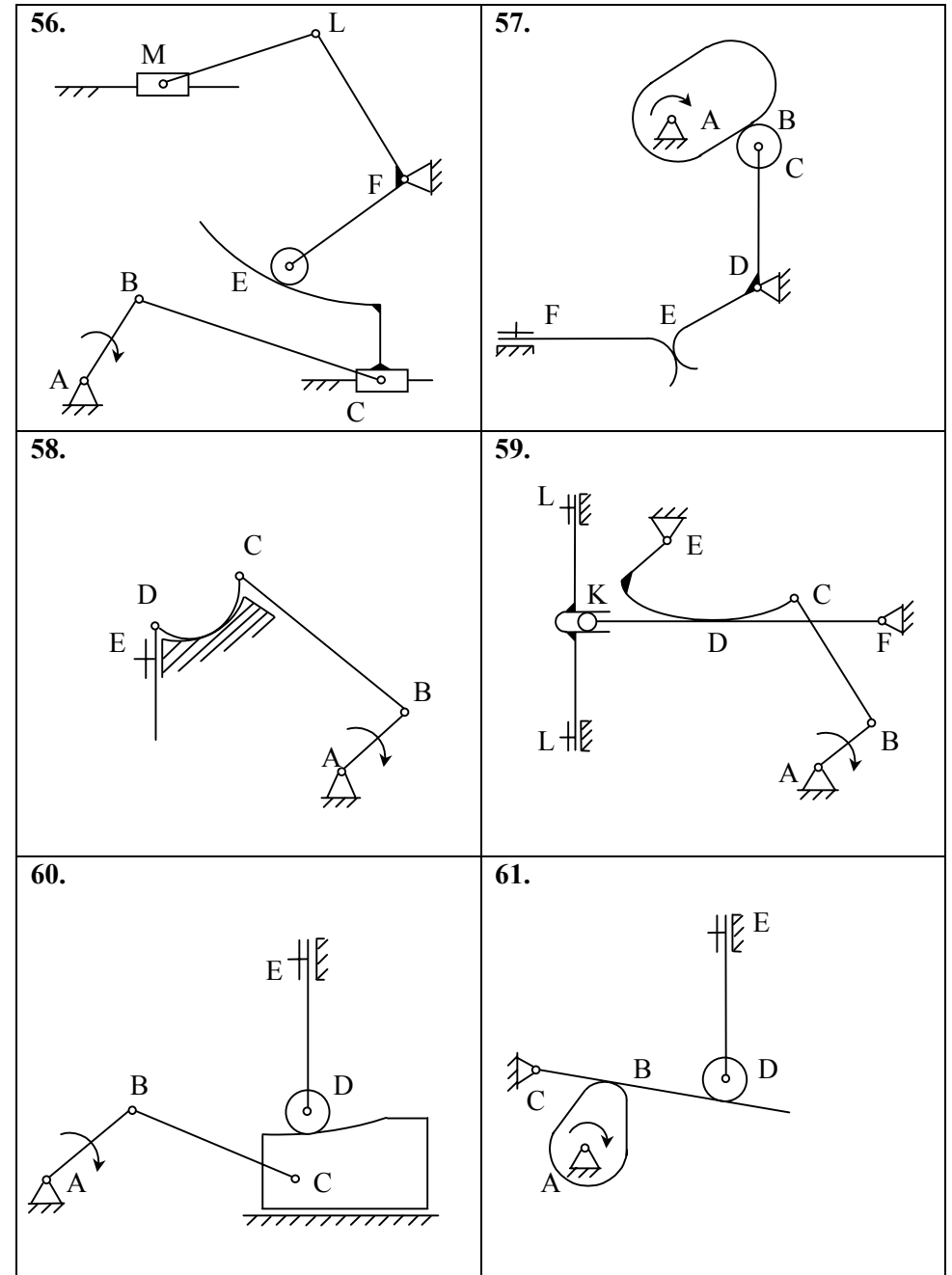
його ступенів свободи. Вона не повинна розпадатися на більш прості групи ланок нульової рухомості.

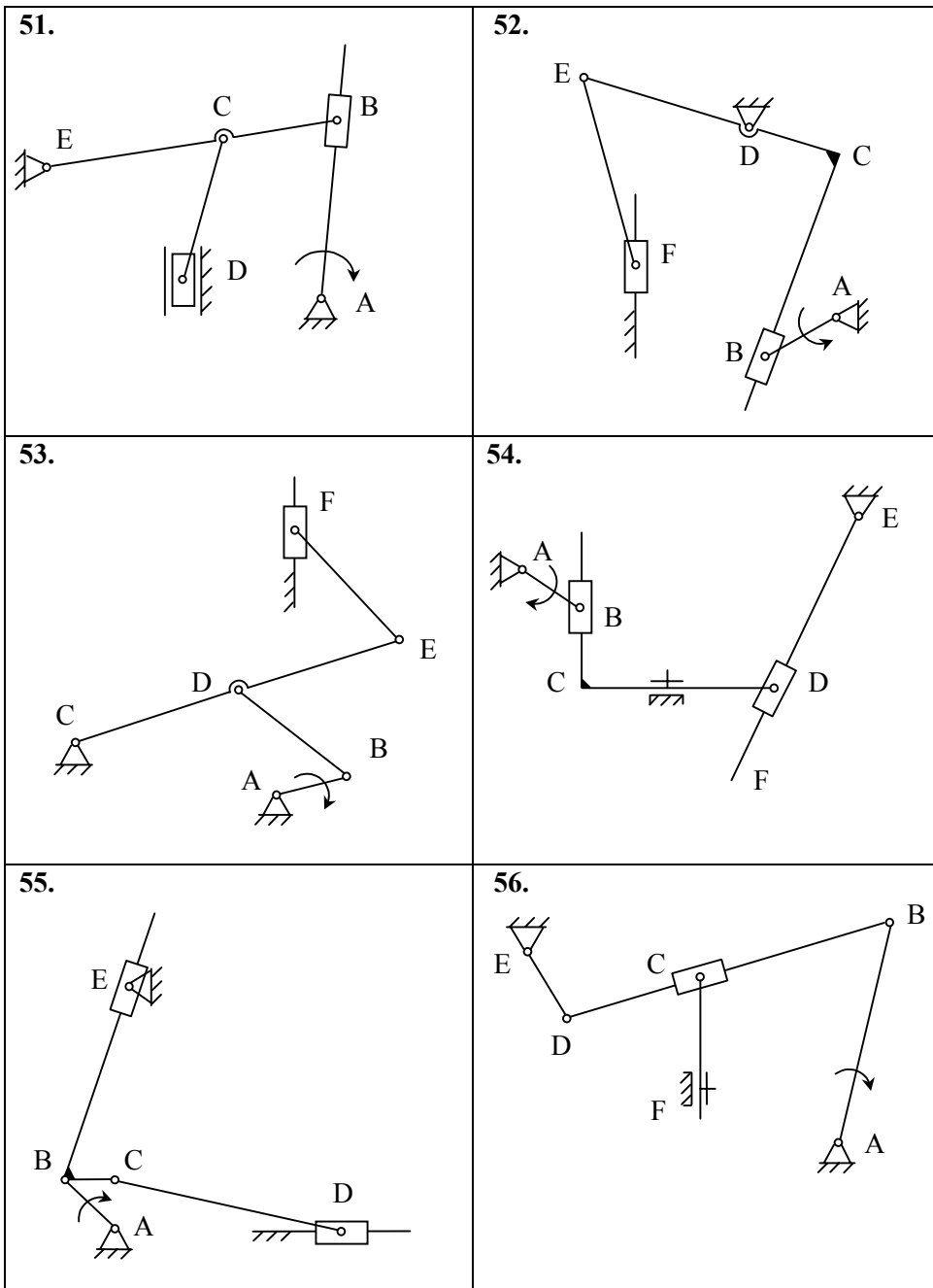
Порядок структурної групи визначається кількістю елементів ланок, якими вони приєднуються до механізму. Клас структурної групи (згідно з І.І. Артоболовським) визначається кількістю кінематичних пар, що утворюють замкнений контур групи. Найбільш проста структурна група, що складається з двох ланок та трьох пар, є двоповодковою групою, віднесеною до другого класу. Існують 5 видів цієї групи в залежності від сполучення обертальних та поступальних пар.

Клас механізму визначається найвищим класом структурних груп, які входять до нього, та залежить від вибору початкових механізмів.

Початковий механізм (за І.І. Артоболовським – механізм І класу) – це дволанковий механізм, що складається з ведучої (початкової) ланки та стійки.

Структурний аналіз механізму проводять шляхом розчленення його на структурні групи та початкові механізми за порядком, оберненим його утворенню, тобто починаючи з останньої приєднаної групи Ассура.





Порядок приєднання структурних груп (формулу побудови механізму) важливо знати для проведення кінематичного та силового аналізу.

## 2. Порядок рішення задачі.

1. Визначення кількості рухомих ланок механізму  $n$ .
2. Визначення кількості дво- і однорухомих кінематичних пар ( $p_1$  і  $p_2$ ).
3. Визначення ступеню рухомості механізму за формулою П.Л. Чебишова:  $W = 3n - 2p_1 - p_2$ .
4. Заміна вищих пар нижчими – побудова замінюючого механізму при наявності вищих кінематичних пар.
5. Розкладання механізму на структурні групи.
6. Складання формули будови механізму та визначення його класу.

### Приклад 1:

Структурний аналіз механізму ножа.

Задача: Зробити структурний аналіз механізму ножа (рис. 1.1), розкласти його на структурні групи, скласти формулу побудови механізму та визначити його клас.

Рішення:

1. Кількість рухомих ланок механізму  $n = 5$ . Початкова ланка позначена на схемі коловою стрілкою (ланка 1).
2. Характеристика кінематичних пар: 1-6, 1-2, 2-3, 3-6, 2-4, 4-5, 5-6 – всі пари нижчі, плоскі, однорухомі, тобто 5-го класу. Їх кількість  $p_1 = 7$ .
3. Ступінь рухомості механізму за формулою П.Л. Чебишова (механізм не має пасивних зв'язків:  $q = 0$ ):

$$W = 3n - 2p_1 - p_2 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1.$$

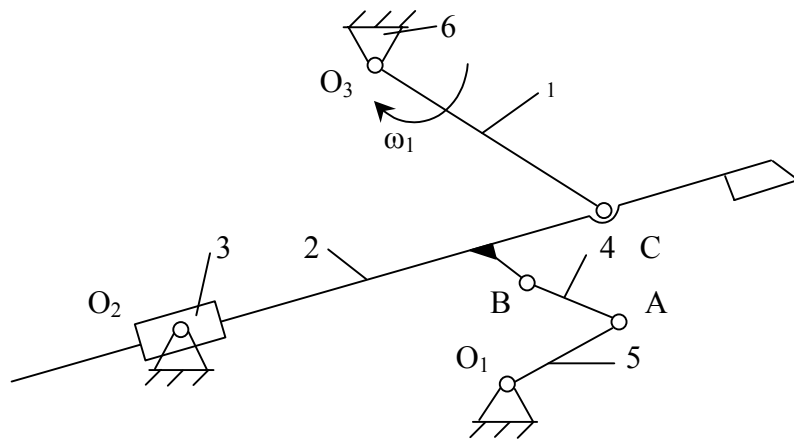
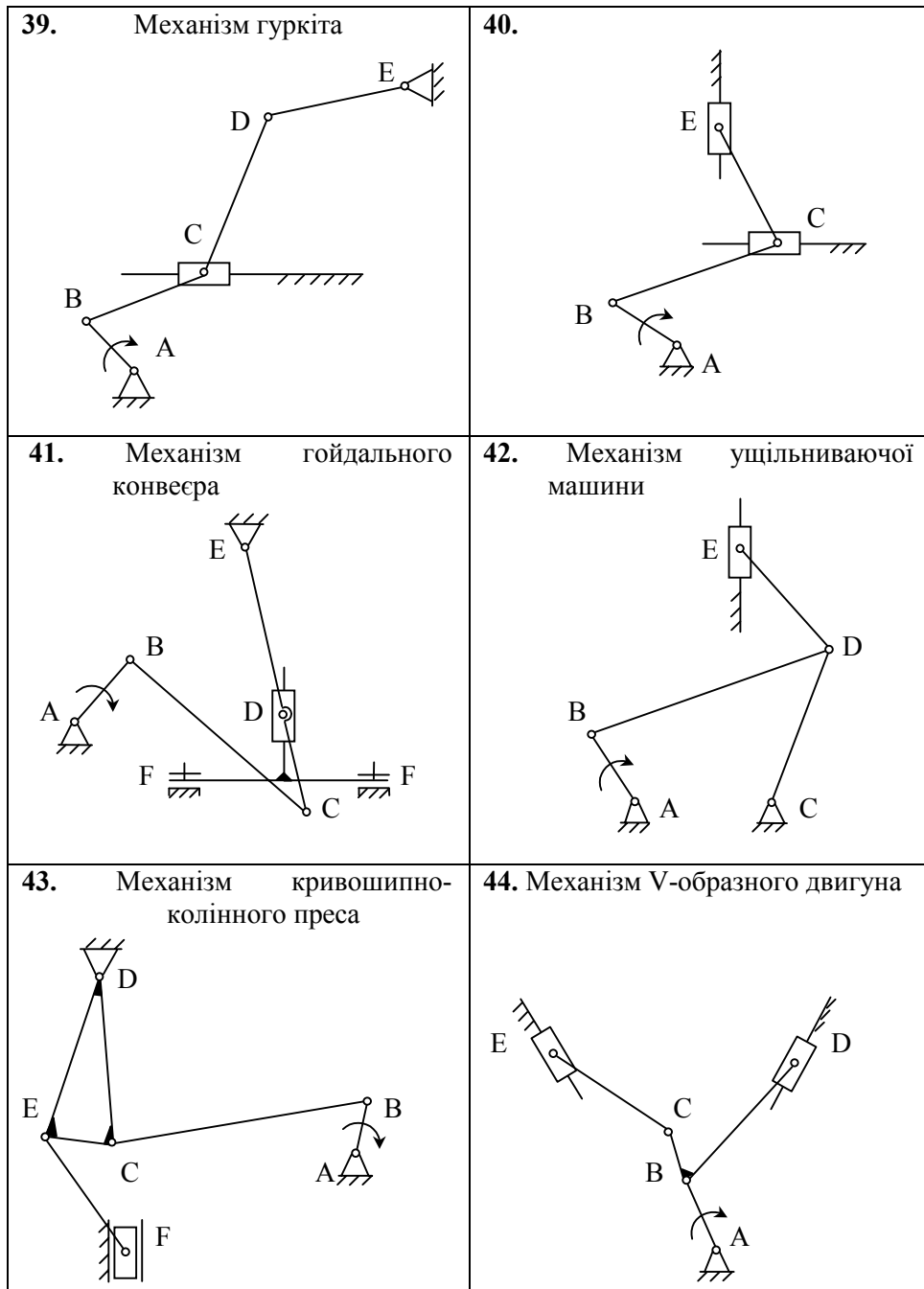


Рис.1.1 – Кінематична схема механізму ножа

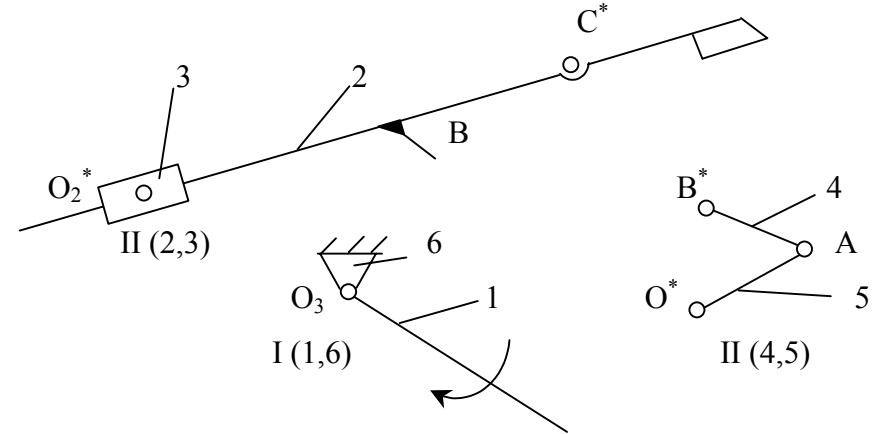
4. Розкладання механізму на структурні групи, кожна з яких повинна мати нульову рухомість відносно початкового механізму (1 класу), що складається з початкової ланки 1 та стійки 6.

<p>45. Механізм пилонасікаючої машини</p>	<p>46. Механізм довбального верстата</p>
<p>47.</p>	<p>48. Механізм для подання фарби у друкарській машині</p>
<p>49. Механізм гойдального конвеєра</p>	<p>50. Механізм пресу для пресування пластмас</p>





Не змінюючи ступінь рухомості механізму відокремлюємо від нього групи ланок 5,4 і 2,3, кожна з яких є групою II класу (рис.1.2).



**Рис.1.2** – Розкладання механізму ножа з початковою ланкою 1 на структурні групи та початковий механізм

- Формула побудови механізму ножа з початковим механізмом (1,6):  $I(1,6) \rightarrow II(2,3) \rightarrow II(4,5)$ , де римськими цифрами позначено клас структурних груп механізму, а арабськими цифрами в дужках – номери ланок, що утворюють данні групи.
- Механізм ножа з початковим механізмом (1,6) II класу. Якщо ведучою ланкою буде ланка 5, то формула побудови механізму буде:  $I(5,6) \rightarrow III(4,3,2,1)$ , тоді механізм буде механізмом III класу (рис.1.3).

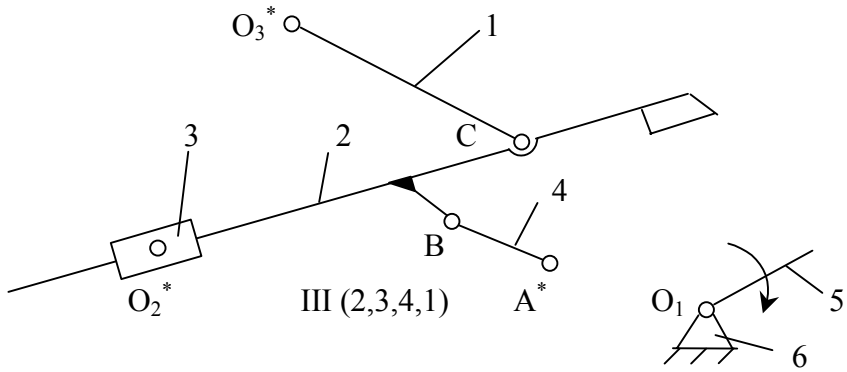


Рис.1.3 – Розкладання механізму ножа з початковою ланкою 5 на структурні групи та початковий механізм

**Приклад 2:**

Структурний аналіз механізму з вищою кінематичною парою

Задача: зробити структурний аналіз кулачково-важільного механізму (рис.1.4). початкова ланка позначена коловою стрілкою (ланка 1).

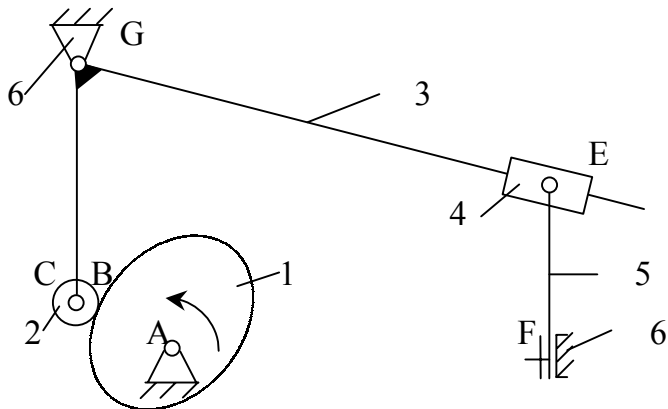
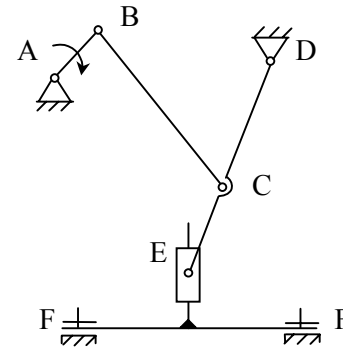


Рис.1.4 – Схема кулачково-важільного механізму

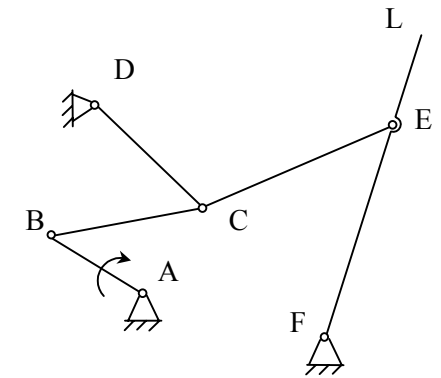
Рішення:

1. Кількість рухомих ланок  $n = 5$ .

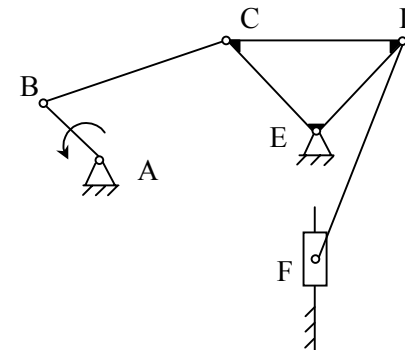
33. Механізм гойдального конвеєра



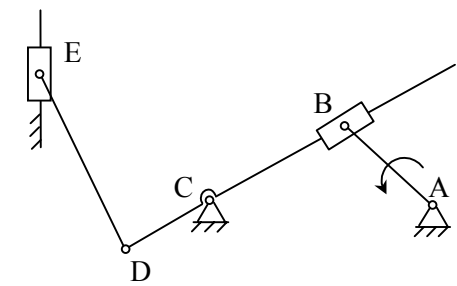
34.



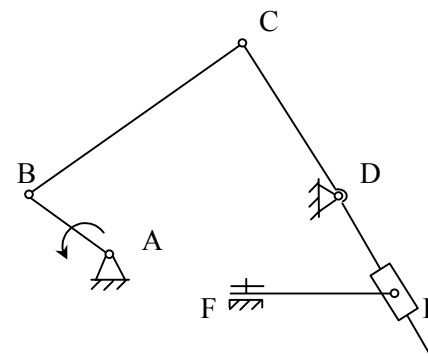
35. Механізм преса



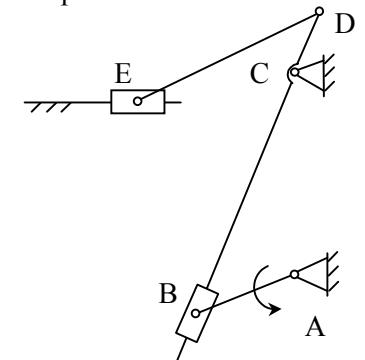
36. Механізм довбального верстата



37. Механізм подання



38. Механізм стругального верстата





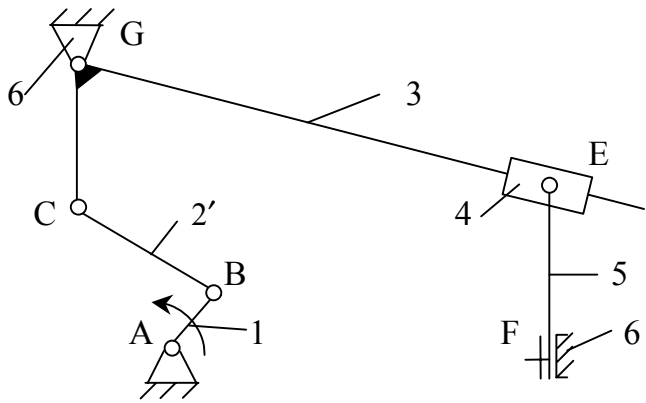


Рис.1.5 – Схема замінюючого механізму

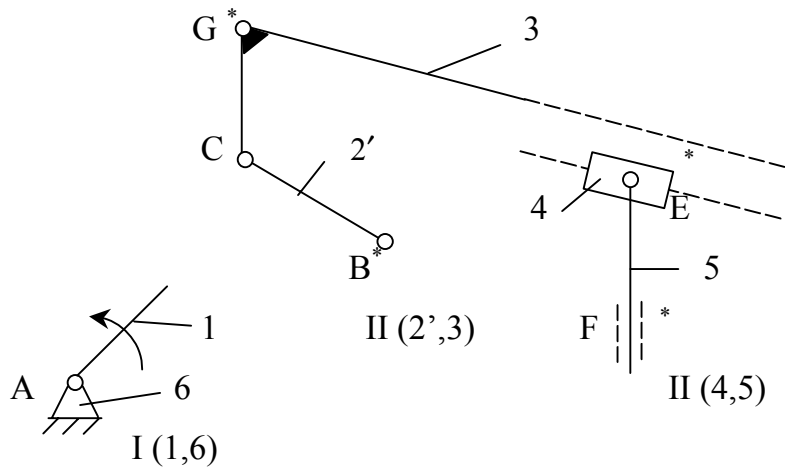
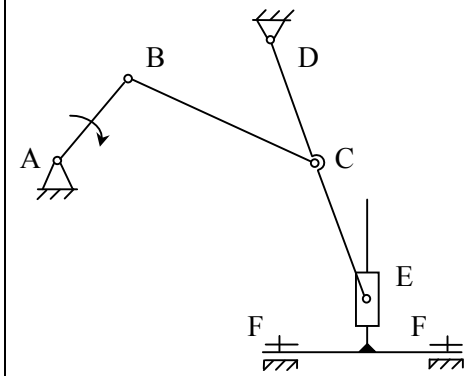


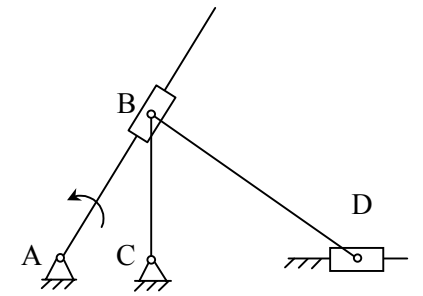
Рис.1.6 – Розкладання замінюючого механізму на структурні групи

21. Механізм гойдального конвеєра

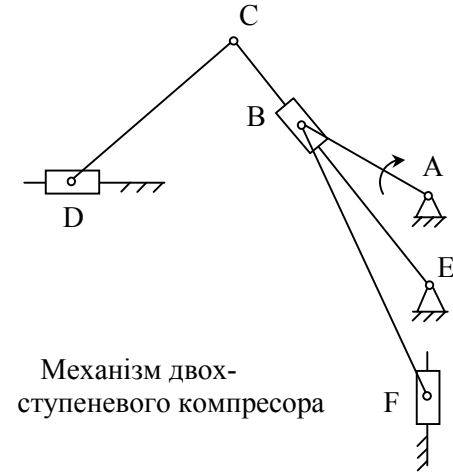


22.

Механізм гуркіта-конвеєра

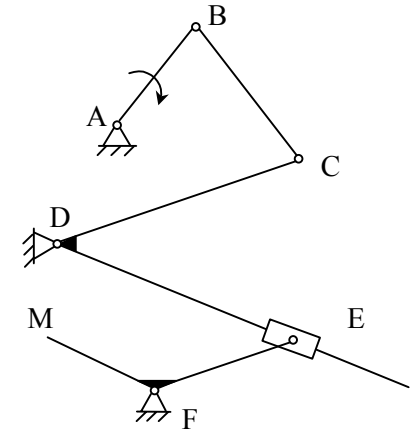


23.

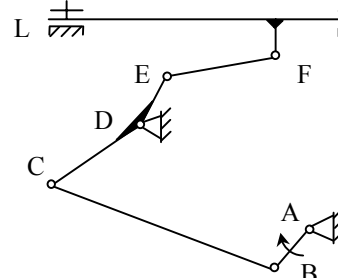


Механізм двох-ступеневого компресора

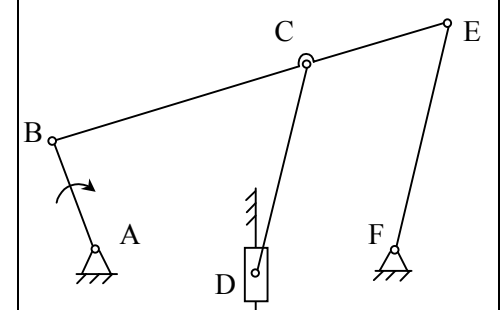
24.

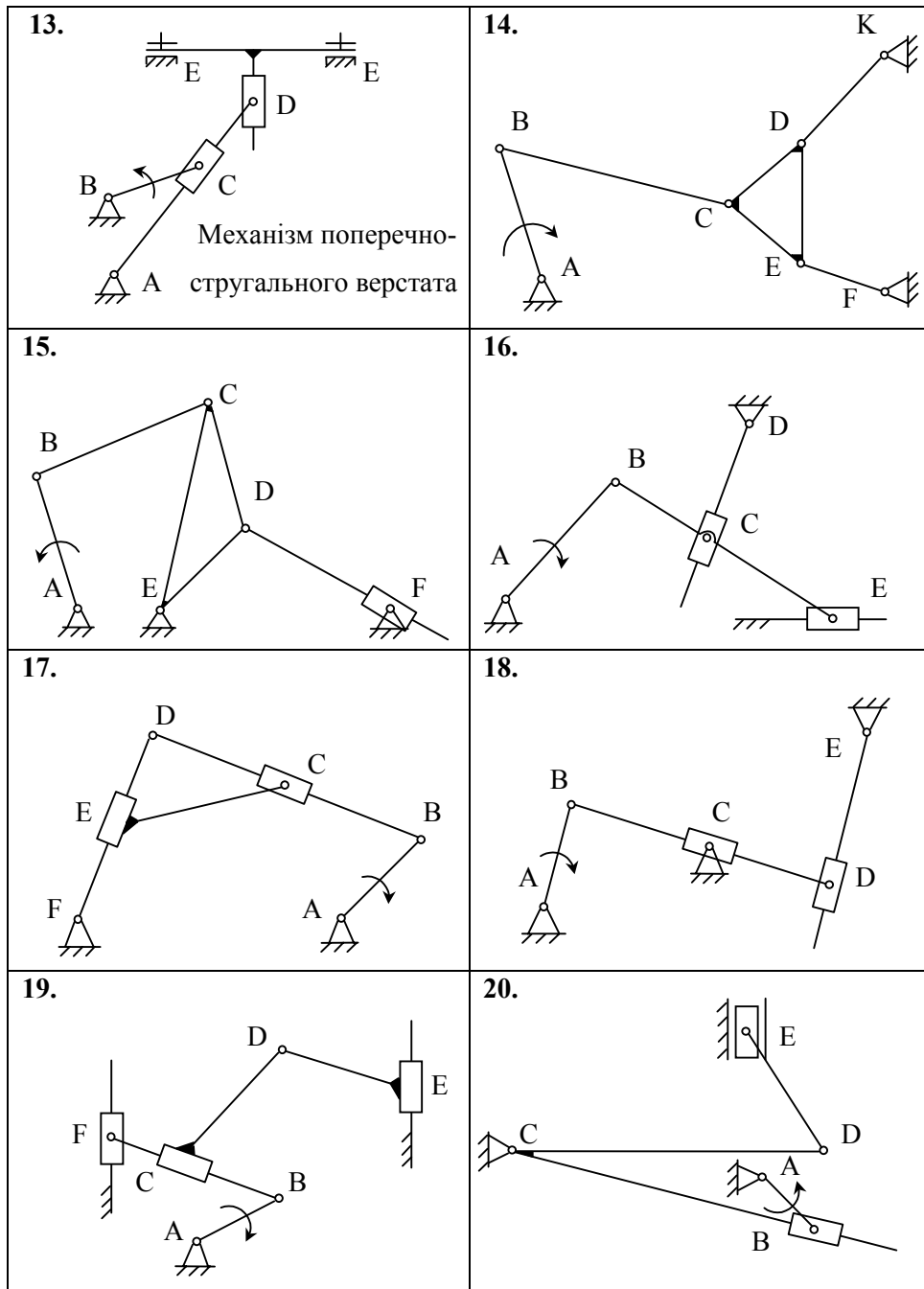


25. Механізм рейкового холодильника



26. Механізм дозуючого пристрою





### 3. Словник основних термінів .

**Ланка** – звено

**Кінематична пара** – кинематическая пара

**Ланцюг** – цепь

**Ступінь рухомості** – степень подвижности

**Пасивні зв'язки** – избыточные связи

**Ступінь вільності** – степень свободы

**Рухома ланка** – подвижное звено

**Однорухомі** – одноподвижные

**Поступальні** – поступательные

**Обертальні** – вращательные

**Ведуча ланка** – ведущее звено

**Зайвий** – лишний

**Важільний** – стержневой

**Котіння** – качение

**Ковзання** – скольжение

**Початковий механізм** – начальный механизм

**Будова** – строение

**Колова стрілка** – круговая стрелка

**Стойка** – стойка

## 4. Зробити структурний аналіз механізмів

<p>1. Механізм щоквої дробарки</p>	<p>2. Механізм насоса</p>
<p>3.</p>	<p>4.</p>
<p>5.</p>	<p>6.</p>

<p>7.</p>	<p>8.</p>
<p>9. Механізм спарника тепловоза</p>	<p>10. Механізм двигуна Дизеля</p>
<p>11.</p>	
<p>12. Механізм довбального верстата</p>	