

1. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Задача 1.1. Выполнить структурный анализ кривошипно-ползунного механизма ([рис. 1.1 а](#)).

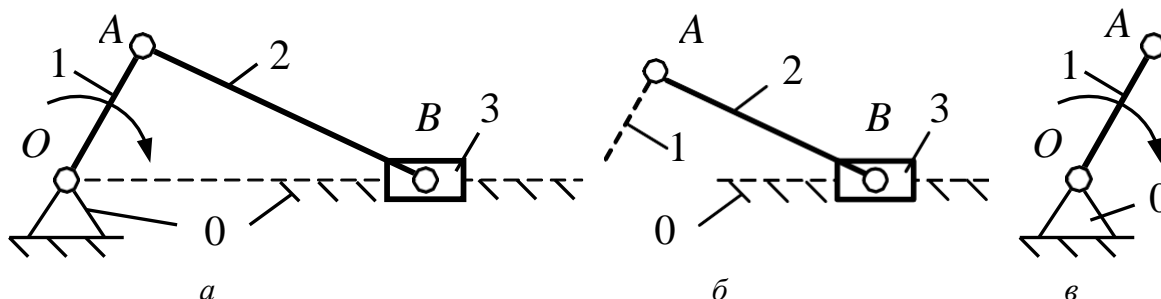


Рис. 1.1. Схема кривошипно-ползунного механизма и ее элементы

Решение. Схема кривошипно-ползунного механизма представляет собой замкнутую кинематическую цепь, следовательно, данный механизм является плоским механизмом. В этом случае структурный анализ кривошипно-ползунного механизма сводится к решению двух задач:

- 1) определению подвижности механизма;
- 2) определению состава структуры.

Рассмотрим каждую задачу в отдельности.

Подвижность кривошипно-ползунного механизма определяется по структурной формуле Чебышева:

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_5 - p_4,$$

где p_4, p_5 – количество кинематических пар четвертого и пятого классов, n – количество подвижных звеньев кинематической цепи.

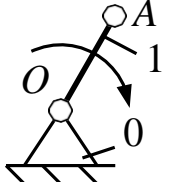
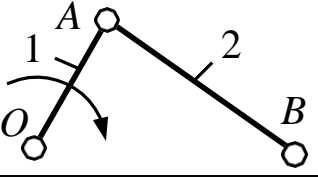
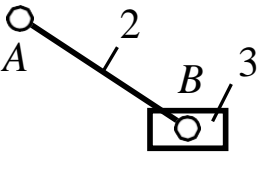
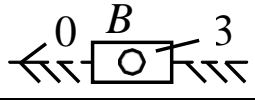
Структурная схема рассматриваемого механизма состоит из четырех звеньев ([рис. 1.1, а](#)):

- 1 – звено OA – кривошип,
- 2 – звено AB – шатун,
- 3 – звено B – ползун,
- 0 – стойка.

При этом звенья 1 – 3 являются подвижными звеньями, а стойка 0 представлена в структурной схеме шарнирно-неподвижной опорой и направляющей ползуна 3 и является неподвижным звеном. Следовательно, $n = 3$.

Для определения значений коэффициентов p_4 и p_5 выявим все кинематические пары, входящие в состав схемы механизма. Результаты анализа заносим в [табл. 1.1](#).

Таблица 1.1

№ п/п	Номера звеньев / название	Схема	Класс / подвижность	Вид контакта / замыкание
1	0 – 1 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
2	1 – 2 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
3	2 – 3 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
4	3 – 0 / поступательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое

Из анализа данных [табл. 1.1](#) следует, что исследуемая схема кривошипно-ползунного механизма представляет собой замкнутую кинематическую цепь, звенья которой образуют между собой четыре пары пятого класса. Следовательно, $p_5 = 4$, а $p_4 = 0$.

Подставив найденные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 - 0 = 9 - 8 = 1.$$

Результат означает, что для однозначного определения взаимного расположения звеньев кривошипно-ползунного механизма достаточно одной обобщенной координаты φ_1 .

Состав структуры кривошипно-ползунного механизма исследуем согласно принципу построения механизмов по Ассуру.

Начиная с выходного звена – ползуна 3, разбиваем рассматриваемую схему кривошипно-ползунного механизма на группы звеньев. При этом руководствуемся следующим правилом: если выделенная группа звеньев обладает совместно нулевой подвижностью, то эта группа звеньев является структурной группой.

Группа звеньев представлена на [рис. 1.1, б](#). Данная группа звеньев состоит из двух подвижных звеньев: шатуна 2 и ползуна 3 и трех кинематических пар пятого класса: 1 – 2, 2 – 3 – вращательных пар и 3 – 0 – поступательной пары. Тогда коэффициенты формулы Чебышева принимают следующие значения: $n = 2$; $p_5 = 3$, $p_4 = 0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 3 - 0 = 6 - 6 = 0.$$

Следовательно, группа звеньев 3 – 2 является структурной группой 2-го класса 2-го порядка 2-го вида, структурная формула которой имеет вид ВВП.

Группа звеньев 0 – 1 представлена на [рис. 1.1, в](#). Данная группа звеньев состоит из подвижного звена – кривошипа 1 и стойки 0, образующих одну кинематическую пару пятого класса; 0 – 1 – вращательная пара, тогда $n = 1$, $p_5 = 1$, а $p_4 = 0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 - 0 = 3 - 2 = 1.$$

Следовательно, группа звеньев 0 – 1 не является структурной группой, а представляет собой первичный механизм.

Из проведенного структурного анализа следует, что структура кривошипно-ползунного механизма состоит из первичного механизма с подвижностью, равной 1, и одной структурной группы 2-го класса 2-го порядка 2-го вида ([рис. 1.2](#)).

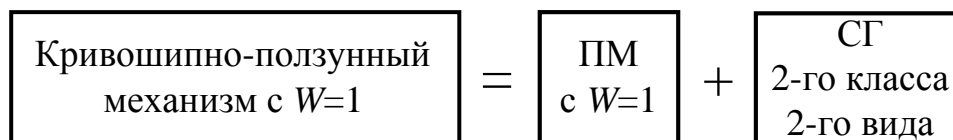


Рис. 1.2. Состав структуры кривошипно-ползунного механизма

В ы в о д. Полученный результат показывает, что кривошипно-ползунный механизм является механизмом второго класса и независимо от числа структурных групп его подвижность определяется подвижностью первичного механизма, что соответствует результату первой задачи структурного анализа данного механизма.

Задача 1.2. Выполнить структурный анализ шарнирного механизма ([рис. 1.3, а](#)).

Р е ш е н и е. Схема шарнирного механизма представляет собой замкнутую кинематическую цепь, следовательно, данный механизм является плоским механизмом. В этом случае задачи исследования будут аналогичны предшествующему анализу кривошипно-ползунного механизма.

Подвижность шарнирного механизма определяется по структурной формуле Чебышева.

Структурная схема рассматриваемого механизма состоит из четырех звеньев ([рис. 1.3, а](#)):

- 1 – звено OA – кривошип,
- 2 – звено AB – шатун,
- 3 – звено BC – коромысло,
- 0 – стойка.

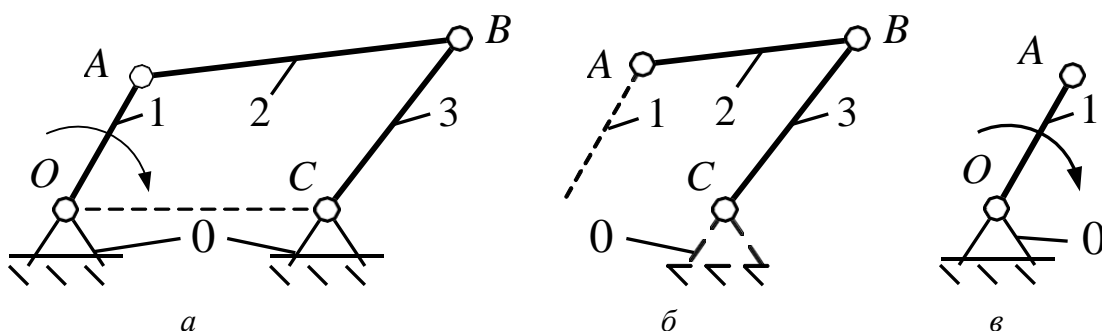


Рис. 1.3. Схема шарнирного механизма и ее элементы

При этом звенья 1 – 3 являются подвижными звеньями, а стойка 0 является неподвижным звеном и в составе структурной схемы представлена двумя шарнирно-неподвижными опорами с центрами шарниров в точках O и C. Следовательно, $n = 3$.

Для определения значений коэффициентов p_4 и p_5 выявим все кинематические пары, входящие в состав схемы шарнирного механизма. Результаты анализа заносим в [табл. 1.2](#).

Из анализа данных [табл. 1.2](#) следует, что исследуемая схема шарнирного механизма представляет собой замкнутую кинематическую цепь, звенья которой образуют между собой четыре пары пятого класса. Следовательно, $p_5 = 4$, а $p_4 = 0$.

Подставив найденные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 - 0 = 9 - 8 = 1.$$

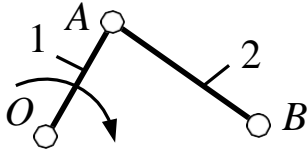
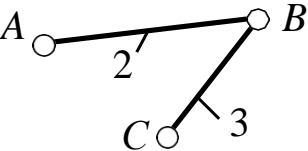
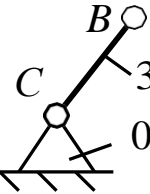
Результат означает, что для однозначного определения взаимного расположения звеньев шарнирного механизма достаточно одной обобщенной координаты φ_1 .

Состав структуры шарнирного механизма исследуем согласно принципу построения механизмов по Ассуру.

Начиная с выходного звена – коромысло 3, разбиваем рассматриваемую схему шарнирного механизма на группы звеньев. При этом руководствуемся следующим правилом: если выделенная группа звеньев обладает совместно нулевой подвижностью, то эта группа звеньев является структурной группой.

Таблица 1.2

№ п/п	Номера звеньев / название	Схема	Класс / подвижность	Вид контакта / замыкание
1	0 – 1 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое

№ п/п	Номера звеньев / название	Схема	Класс / подвижность	Вид контакта / замыкание
2	1 – 2 / вращательная		5/1	Поверхность (нижняя) / геометрическое
3	2 – 3 / вращательная		5/1	Поверхность (нижняя) / геометрическое
4	3 – 0 / вращательная		5/1	Поверхность (нижняя) / геометрическое

Группа звеньев 3 – 2 представлена на [рис. 1.3, б](#). Данная группа звеньев состоит из двух подвижных звеньев: шатуна 2 и коромысла 3 и трех вращательных кинематических пар пятого класса: 1 – 2, 2 – 3, 3 – 0, тогда $n = 2$; $p_5 = 3$, а $p_4 = 0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 3 - 0 = 15 - 15 = 0.$$

Следовательно, группа звеньев 3 – 2 является структурной группой 2-го класса 2-го порядка 1-го вида структурная формула, которой имеет вид ВВВ.

Группа звеньев 0 – 1 показана на [рис. 1.3, в](#). Данная группа звеньев состоит из подвижного звена – кривошипа 1 и стойки 0, образующих между собой одну вращательную кинематическую пару: 0 – 1, тогда $n = 1$; $p_5 = 1$, а $p_4 = 0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 - 0 = 3 - 2 = 1.$$

Следовательно, группа звеньев 0 – 1 не является структурной группой, а представляет собой первичный механизм.

Из проведенного структурного анализа следует, что структура шарнирного механизма состоит из первичного механизма с подвижностью, равной 1, и одной структурной группы 2-го класса 2-го порядка 1-го вида ([рис. 1.4](#)).

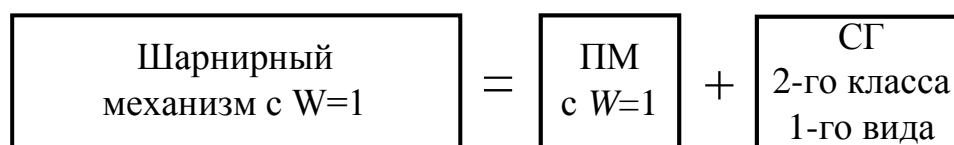


Рис. 1.4. Состав структуры шарнирного механизма

В ы в о д. Полученный результат показывает, что шарнирный механизм является механизмом второго класса и независимо от числа структурных групп его подвижность определяется подвижностью первичного механизма, что соответствует результату первой задачи структурного анализа данного механизма.

Задача 1.3. Выполнить структурный анализ кулисного механизма (рис. 1.5, а).

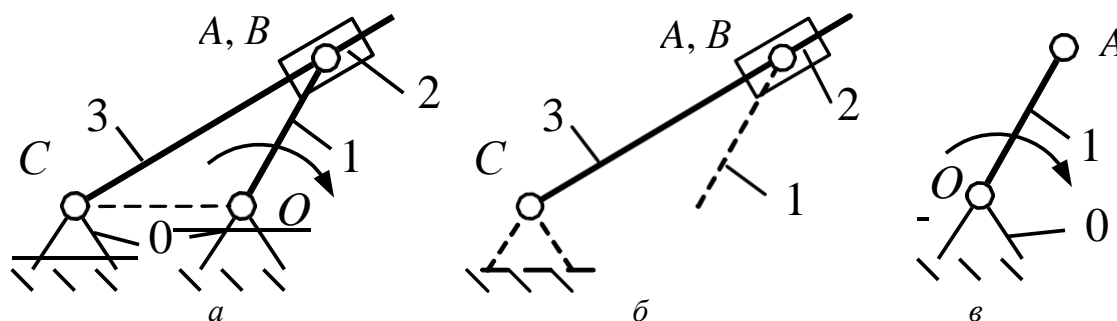


Рис. 1.5. Схема кулисного механизма и ее элементы

Р е ш е н и е. Схема кулисного механизма представляет собой замкнутую кинематическую цепь, следовательно, данный механизм является плоским механизмом. В этом случае задачи исследования будут аналогичны предшествующим анализам предшествующих механизмов.

Подвижность кулисного четырехзвенного механизма определяется по структурной формуле Чебышева.

Структурная схема рассматриваемого механизма состоит из четырех звеньев (рис. 1.5, а):

- 1 – звено OA – кривошип,
- 2 – звено A – ползун,
- 3 – звено BC – коромысло (кулиса),
- 0 – стойка.

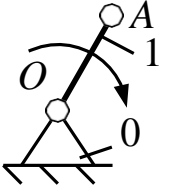
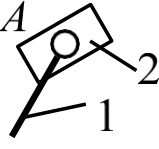
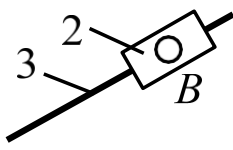
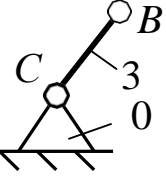
При этом звенья 1 – 3 являются подвижными звеньями, а стойка 0 является неподвижным звеном и в составе структурной схемы представлена двумя шарнирно-неподвижными опорами с центрами шарниров в точках O и C . Следовательно, $n = 3$.

Для определения значений коэффициентов p_4 и p_5 выявим все кинематические пары, входящие в состав схемы кулисного механизма. Результаты исследования заносим в табл. 1.3.

1. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Из анализа данных [табл. 1.3](#) следует, что исследуемая схема кулисно-го механизма представляет собой замкнутую кинематическую цепь, звенья которой образуют между собой четыре пары пятого класса. Следовательно, $p_5 = 4$, а $p_4 = 0$.

Таблица 1.3

№ п/п	Номера звеньев / название	Схема	Класс / подвижность	Вид контакта / замыкание
1	0 – 1 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
2	1 – 2 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
3	2 – 3 / поступательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
4	3 – 0 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое

Подставив найденные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 - 0 = 9 - 8 = 1.$$

Результат означает, что для однозначного определения взаимного расположения звеньев кулисного механизма достаточно одной обобщенной координаты φ_1 .

Структурный состав кулисного механизма определяется согласно принципу построения механизмов по Ассур.

Начиная с выходного звена – коромысла (кулисы) 3, разбиваем рассматриваемую схему кулисного механизма на группы звеньев. При этом руководствуемся следующим правилом: если выделенная группа звеньев обладает совместно нулевой подвижностью, то эта группа звеньев является структурной группой.

Группа звеньев 3 – 2 показана на [рис. 1.5, б](#). Данная группа звеньев состоит из двух подвижных звеньев: ползуна 2 и коромысла (кулисы) 3, двух вращательных кинематических пар пятого класса: 1 – 2, 3 – 0 и одной поступательной кинематической пары пятого класса – 2 – 3, тогда $n = 2$, $p_5 = 3$, а $p_4 = 0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 3 - 0 = 15 - 15 = 0.$$

Следовательно, группа звеньев 3 – 2 является структурной группой 2-го класса 2-го порядка 3-го вида структурная формула, которой имеет вид ВПВ.

Группа звеньев 0 – 1 представлена на [рис. 1.5, в](#). Данная группа звеньев состоит из подвижного звена – кривошипа 1 и стойки 0, образующих между собой одну вращательную кинематическую пару, – 0 – 1, тогда $n = 1$, $p_5 = 1$, а $p_4 = 0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в структурную формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 - 0 = 3 - 2 = 1.$$

Следовательно, группа звеньев 0 – 1 не является структурной группой Ассура, а представляет собой первичный механизм.

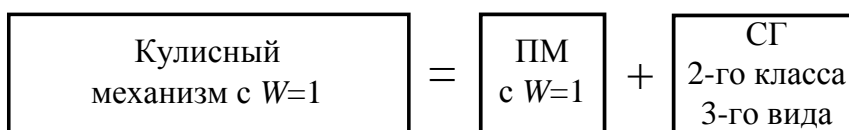


Рис. 1.6. Состав структуры кулисного механизма

Из проведенного структурного анализа следует, что структура кулисного механизма состоит из первичного механизма с подвижностью, равной 1, и одной структурной группы 2-го класса 2-го порядка 3-го вида ([рис. 1.6](#)).

В ы в о д. Полученный результат показывает, что кулисный механизм является механизмом второго класса и независимо от числа структурных групп его подвижность определяется подвижностью первичного механизма, что соответствует результату первой задачи структурного анализа данного механизма.

Задача 1.4. Для механизма качающегося транспортера ([рис. 1.7](#)) выполнить структурный анализ.

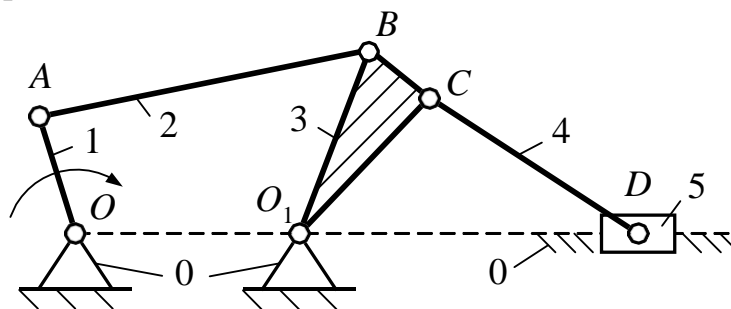


Рис. 1.7. Схема механизма качающегося транспортера

Решение. Схема механизма качающегося транспортера представляет собой замкнутую кинематическую цепь, следовательно, данный механизм является плоским механизмом. В этом случае задачи исследования будут аналогичны структурным анализам предшествующих механизмов.

Подвижность механизма качающегося транспортера определяется по структурной формуле Чебышева.

Для определения величины коэффициента n проанализируем структурную схему механизма качающегося транспортера (рис. 1.7). Структурная схема механизма состоит из шести звеньев:

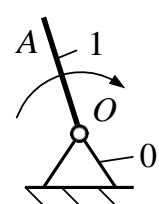
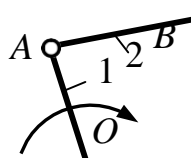
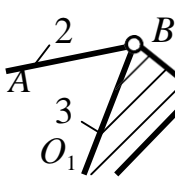
- | | |
|----------------|-------------|
| 1 – кривошип, | 4 – шатун, |
| 2 – шатун, | 5 – ползун, |
| 3 – коромысло, | 0 – стойка. |

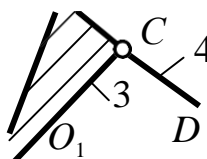
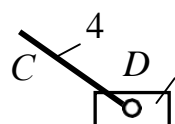
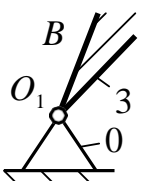
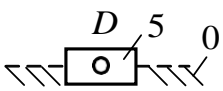
При этом звенья 1–5 являются подвижными звеньями, а стойка 0 – неподвижным звеном, которая представлена в составе структурной схемы двумя шарнирно-неподвижными опорами и направляющей ползуна 5. Следовательно, $n = 5$.

Для определения значений коэффициентов p_4 и p_5 найдем все кинематические пары, входящие в состав рассматриваемой кинематической цепи. Результаты исследования заносим в табл. 1.4.

Из анализа данных табл. 1.4 следует, что звенья механизма качающегося транспортера составляют замкнутую кинематическую цепь и образуют семь пар пятого класса. Следовательно, $p_5 = 7$, а $p_4 = 0$.

Таблица 1.4

№ п/п	Номера звеньев / название	Схема	Класс / подвижность	Вид контакта / замыкание
1	0 – 1 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
2	1 – 2 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
3	2 – 3 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое

№ п/п	Номера звеньев / название	Схема	Класс / подвижность	Вид контакта / замыкание
4	3 – 4/ вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
5	4 – 5/ вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
6	3 – 0/ вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
7	5 – 0/ поступательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое

Подставив найденные значения коэффициентов n , p_4 и p_5 в формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 15 - 14 = 1 .$$

Результат говорит, что для однозначного описания положений звеньев механизма качающегося транспортера на плоскости необходима одна обобщенная координата φ_1 .

2) Структурный состав синусного четырехзвенного механизма определяется согласно принципу построения механизмов по Ассурю.

Структурная группа звеньев 4 – 5 показана на [рис. 1.8, а](#). Данная группа состоит из двух подвижных звеньев: шатуна 4 и ползуна 5; двух поводков: коромысла 3 и направляющей (стойка) 0 и трех кинематических пар пятого класса: вращательных пар 4 – 5 и 3 – 4; поступательной пары 5 – 0.

Тогда $n = 2$, $p_5 = 3$, а $p_4 = 0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 3 - 0 = 15 - 15 = 0 .$$

Следовательно, группа звеньев 4–5 является структурной группой 2-го класса 2-го порядка 2-го вида структурной формулы, которая имеет вид ВВП.

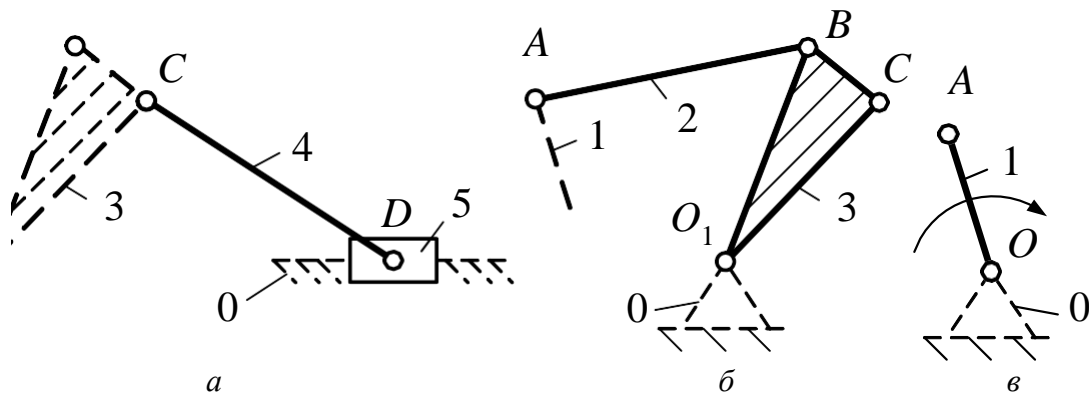


Рис. 1.8. Составляющие структуры механизма качающегося транспортера

Вторая группа звеньев 2 – 3 (рис. 1 б). Данная группа состоит из двух подвижных звеньев: шатуна 2 и коромысла 3; двух поводков: кривошипа 1 и стойки 0; трех кинематических пар пятого класса: вращательных пар: 2 – 3, 1 – 2, 3 – 0. Тогда $n=2$, $p_5=3$, а $p_4=0$.

Подставив выявленные значения коэффициентов в формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 3 - 0 = 6 - 6 = 0.$$

Следовательно, группа звеньев 2 – 3 является структурной группой 2-го класса 2-го порядка 1-го вида структурной формулы, которая имеет вид ВВВ.

Третья группа звеньев 0 – 1 представлена на рис. 1.8, в. Данная группа состоит из подвижного звена кривошипа 1, стойки 0 и вращательной пары пятого класса 0 – 1. Тогда $n=1$, $p_5=1$, а $p_4=0$.

Подставив найденные значения коэффициентов в формулу Чебышева, получим

$$W = 3 \cdot 1 - 2 \cdot 1 - 0 = 3 - 2 = 1.$$

Следовательно, группа звеньев 0 – 1 не является структурной группой, а представляет собой первичный механизм, подвижность которого равна 1.

Из проведенного анализа следует, что механизм качающегося транспортера имеет следующий структурный состав: первичный механизм с подвижностью, равной 1, и две структурные группы 2-го класса 2-го порядка 1-го и 2-го видов (рис. 1.9).

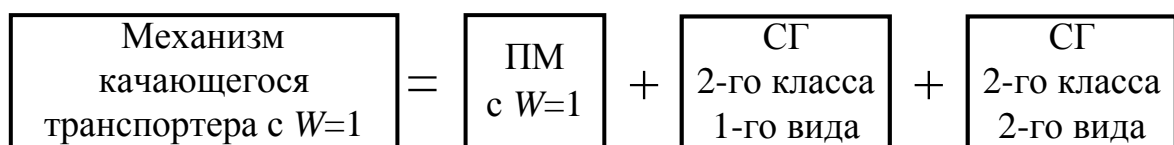


Рис. 1.9. Состав структуры механизма качающегося транспортера

В ы в о д. Полученный результат показывает, что механизм качающегося транспортера является механизмом второго класса и независимо от числа структурных групп его подвижность определяется подвижностью первичного механизма, что соответствует результату первой задачи структурного анализа данного механизма.

Задача 1.5. Выполнить структурный анализ плоского рычажного механизма (рис. 1.10).

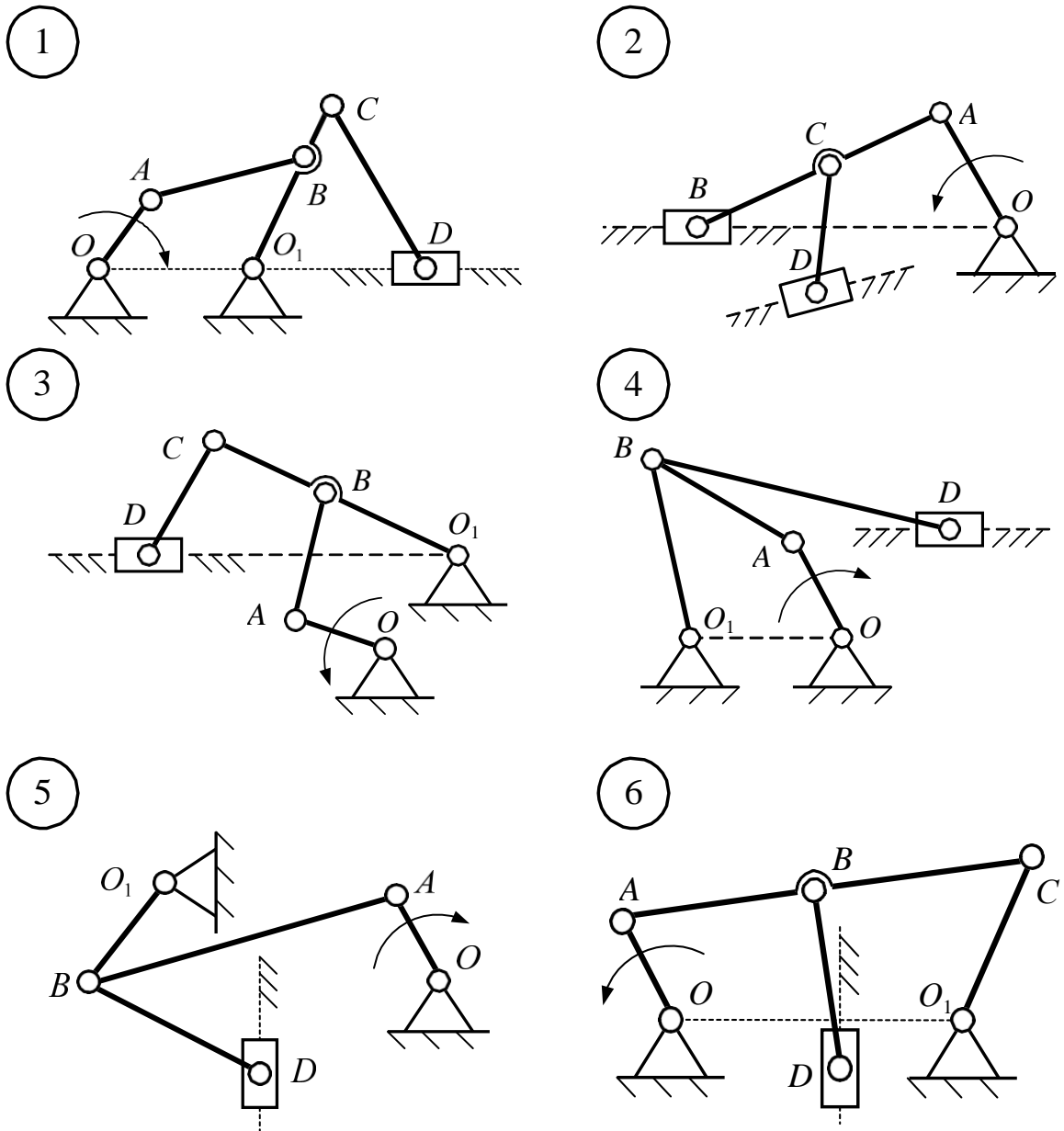


Рис. 1.10. Структурные схемы плоских рычажных механизмов. Схемы 1, 6

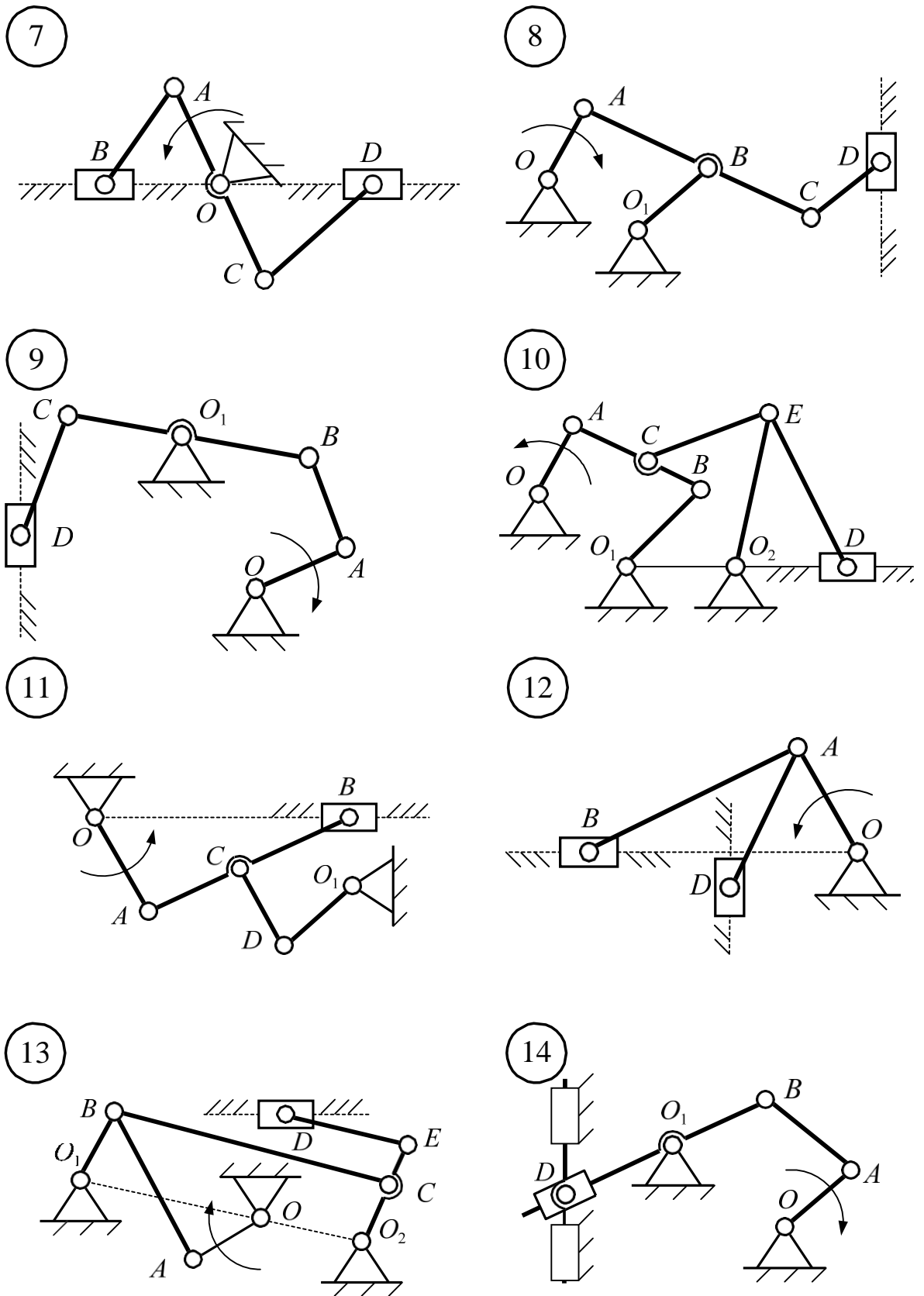


Рис. 1.10. Продолжение. Схемы 7–14

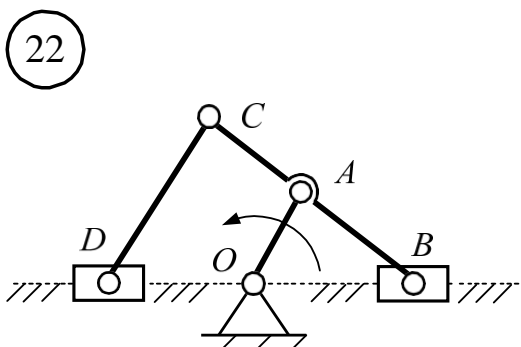
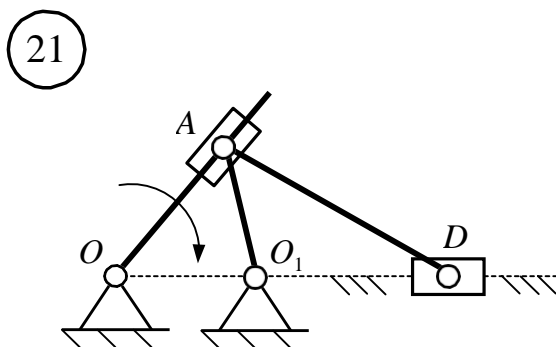
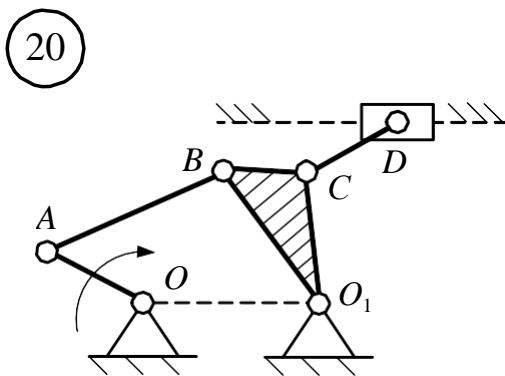
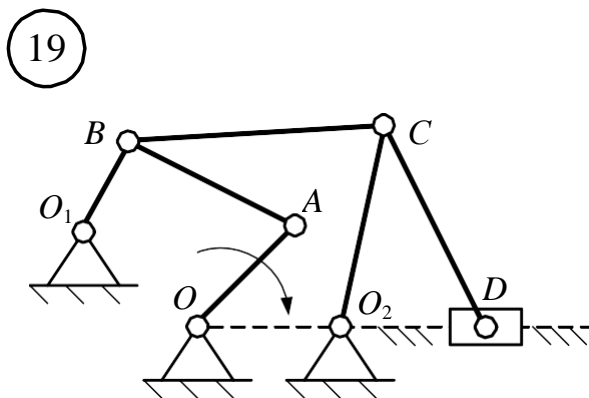
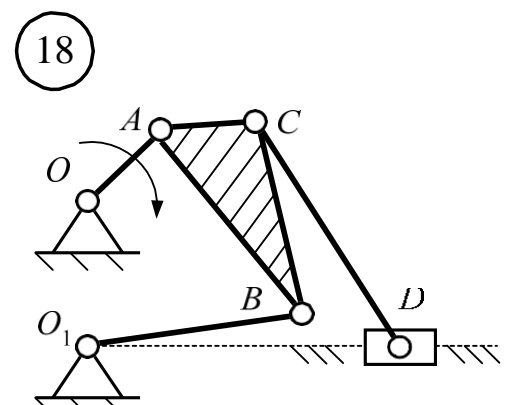
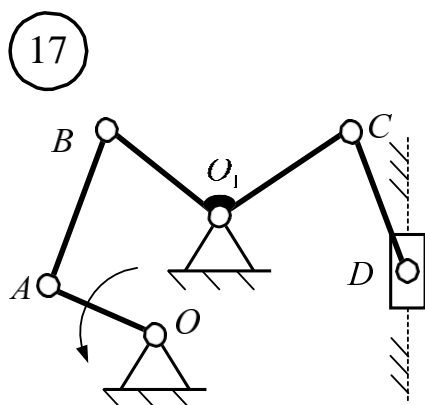
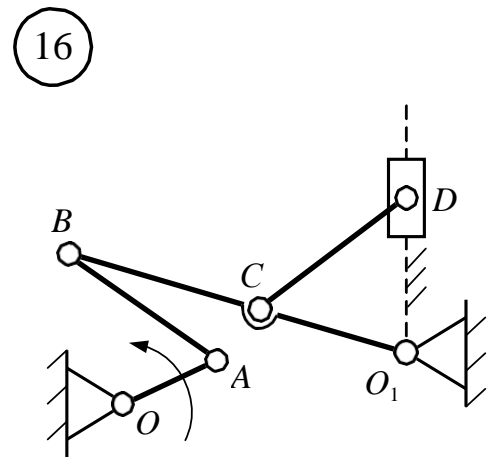
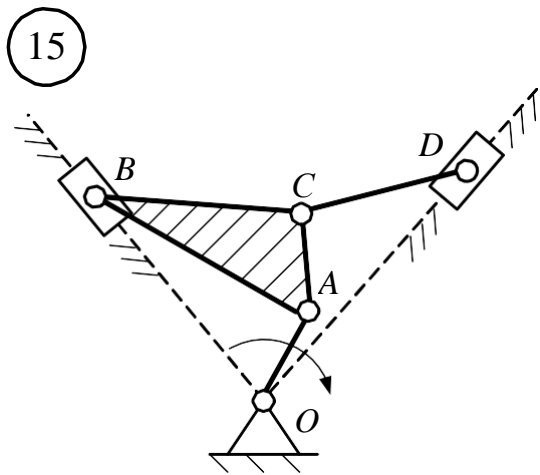


Рис. 1.10. Продолжение. Схемы 15–22

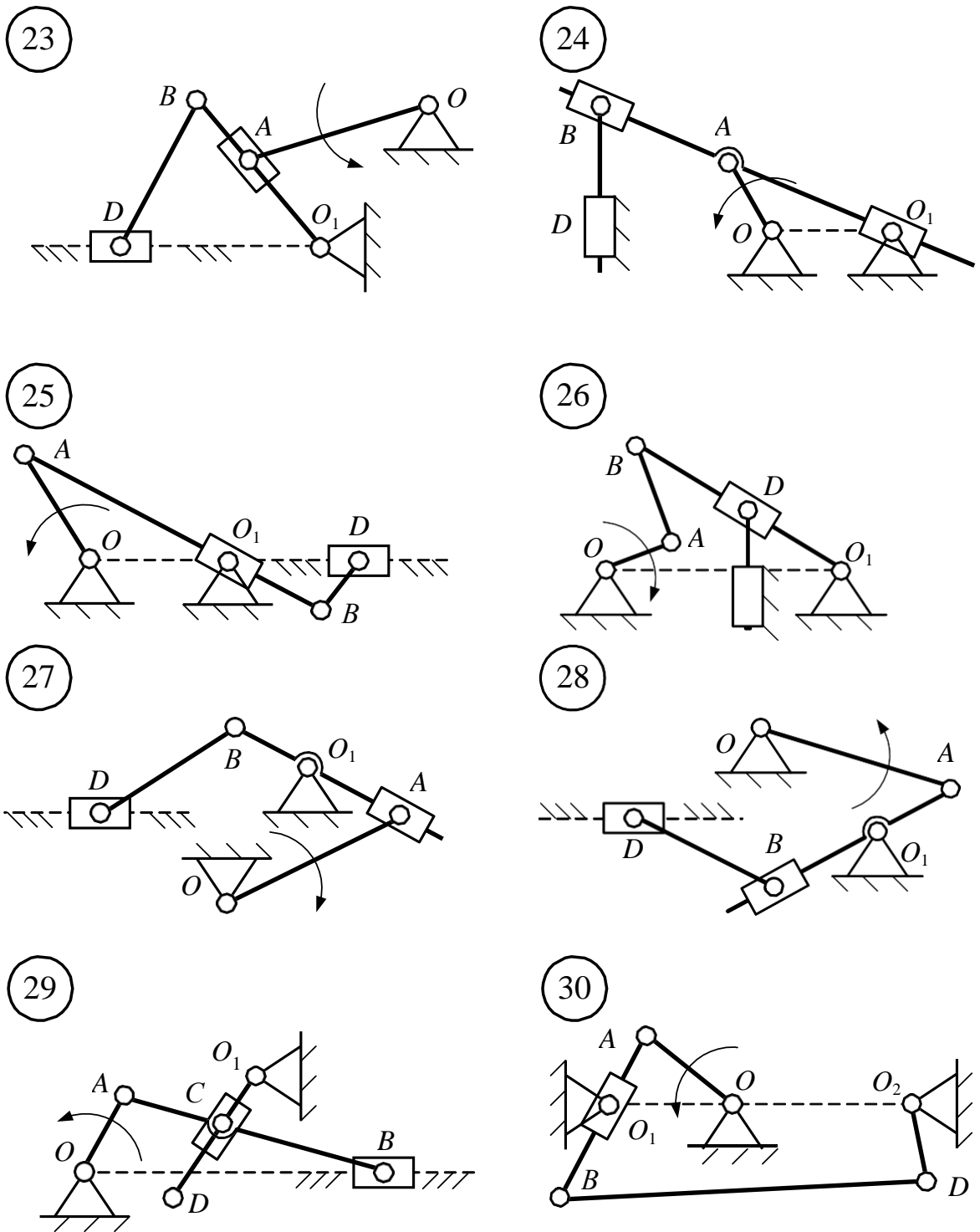


Рис. 1.10. Окончание. Схемы 23–30

Задача 1.6. Определить подвижность и маневренность механизма манипулятора промышленного робота (рис. 1.11).

Решение. 1) Проанализируем схему механизма (рис. 1.11), выходное звено 5 которого со стойкой 0 не образует кинематических пар, следовательно, схема рассматриваемого механизма является незамкнутой кинематической цепью, подвижность которой определяется по формуле Сомова–Малышева.

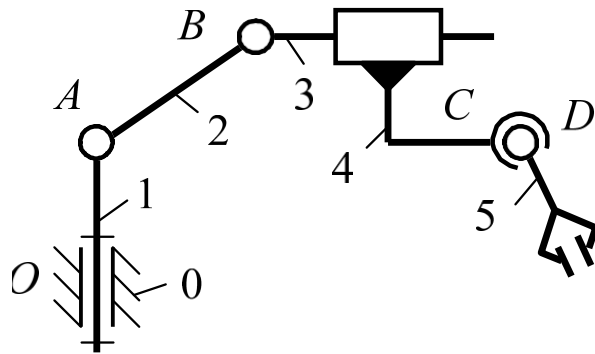


Рис. 1.11. Схема механизма манипулятора промышленного робота

Схема механизма промышленного манипулятора ([рис. 1.11](#)) состоит из одного неподвижного звена – стойки 0 и подвижных звеньев 1, 2, 3, 4, 5. Следовательно, число подвижных звеньев равно пяти, т. е. $n = 5$.

Для определения значений коэффициентов p_1, p_2, p_3, p_4 и p_5 выведем все кинематические пары, входящие в состав схемы механизма промышленного манипулятора. Результаты исследования заносим в [табл. 1.5](#).

Таблица 1.5

№ п/п	Номера звеньев / название	Схема	Класс / подвижность	Вид контакта / замыкание
1	0 – 1 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
2	1 – 2 / вращательная		5/1	поверхность (низшая) / геометрическое
3	2 – 3 / вращательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
4	3 – 4 / поступательная		5/1	Поверхность (низшая) / геометрическое
5	4 – 5 / сферическая		3/3	Поверхность (низшая) / геометрическое

Из анализа данных [табл. 1.5](#) следует, что исследуемая схема механизма манипулятора промышленного робота представляет собой разомкнутую кинематическую цепь, звенья которой образуют между собой четыре пары пятого класса: 0 – 1, 1 – 2, 2 – 3, 3 – 4 и одну сферическую пару третьего класса – 4 – 5. Следовательно, $p_5=4$, $p_4=0$, $p_3=1$, $p_2=0$, $p_1=0$.

Подставив найденные значения коэффициентов в структурную формулу Сомова–Малышева, получим

$$W = 6 \cdot 5 - 5 \cdot 4 - 4 \cdot 0 - 3 \cdot 1 - 2 \cdot 0 - 0 = 30 - 20 - 3 = 7.$$

Результат свидетельствует о том, что для однозначного описания положений звеньев механизма манипулятора промышленного робота в пространстве необходимо семь обобщенных координат.

2) Маневренность – это подвижность пространственного механизма при неподвижном звене 5. Маневренность обозначают m и определяют по формуле Сомова–Малышева.

Для определения маневренности необходимо остановить (запретить перемещаться) выходное звено 5. Следовательно, число подвижных звеньев становится равным четырем, т. е. $n = 4$. Значения всех остальных коэффициентов не изменяются, т. е. $p_5 = 4$, $p_4 = 0$, $p_3 = 1$, $p_2 = 0$, $p_1 = 0$.

Подставив найденные значения коэффициентов в выражение для маневренности, получим

$$m = 6 \cdot 4 - 5 \cdot 4 - 4 \cdot 0 - 3 \cdot 1 - 2 \cdot 0 - 0 = 24 - 20 - 3 = 1.$$

Результат говорит о том, что для однозначного определения положений звеньев механизма манипулятора промышленного робота, имеющего замкнутую кинематическую цепь, достаточно одной обобщенной координаты.

Проверим полученное значение

$$m = W - 6 = 7 - 6 = 1.$$

В ы в о д. Расчет по обоим выражениям дает одинаковое значение маневренности, которое удовлетворяет условию работоспособности пространственного рычажного механизма, гласящему, что маневренность должна быть больше либо равна единице.

Задача 1.7. Определить подвижность и маневренность механизма манипулятора промышленного робота ([рис. 1.12](#)).

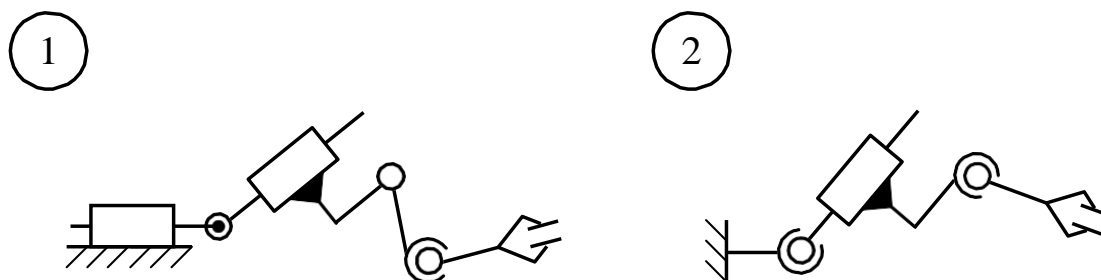
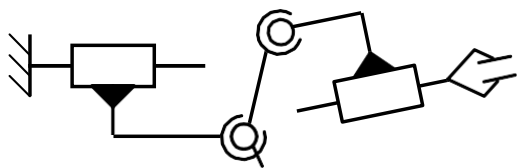
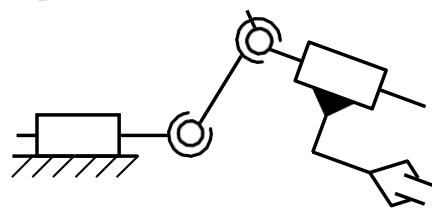


Рис. 1.12. Схемы пространственных рычажных механизмов. Схемы 1–2

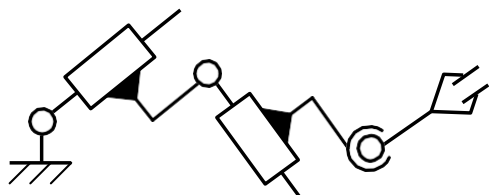
3



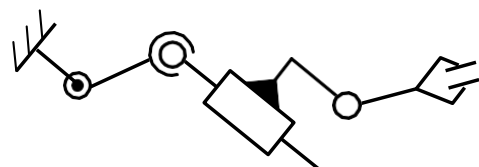
4



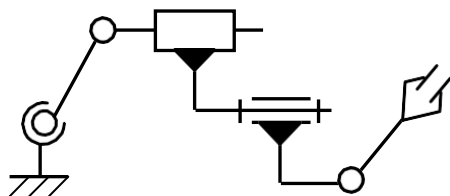
5



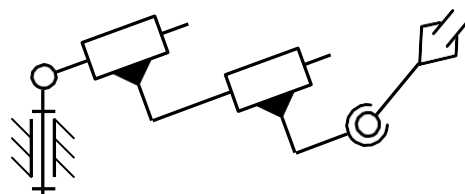
6



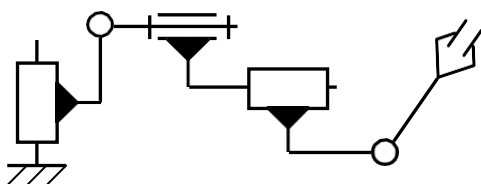
7



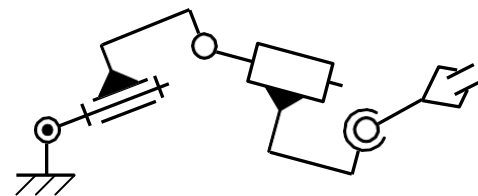
8



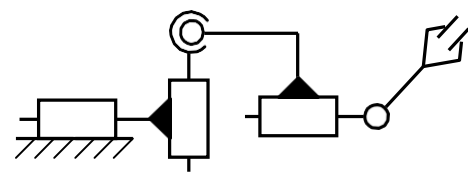
9



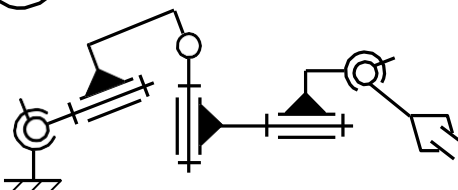
10



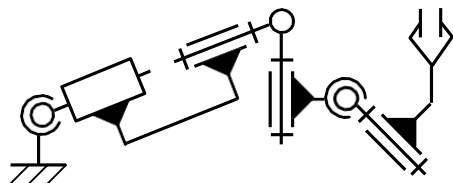
11



12



13



14

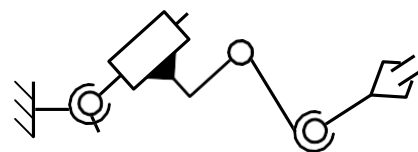


Рис. 1.12. Продолжение. Схемы 3–14

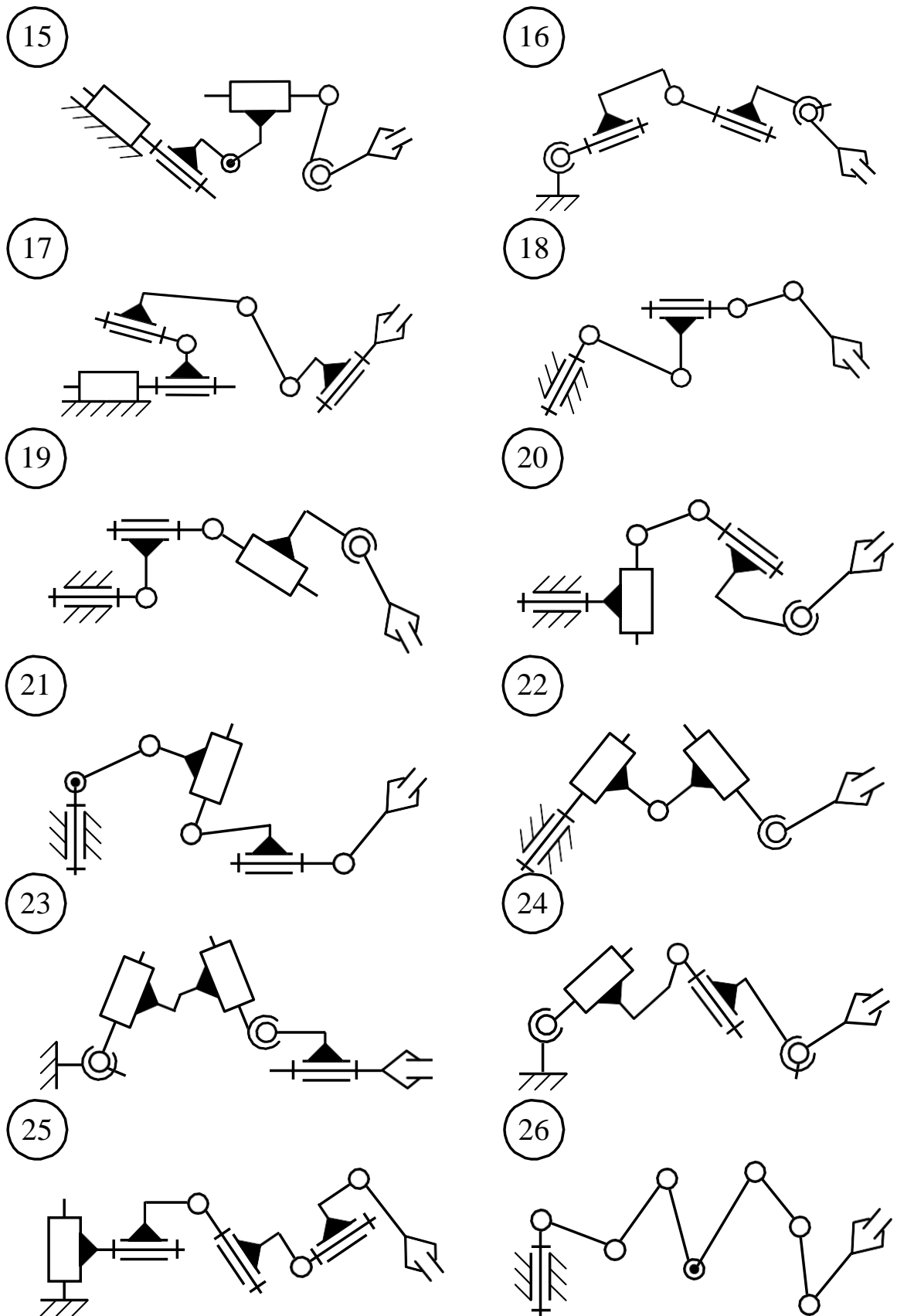
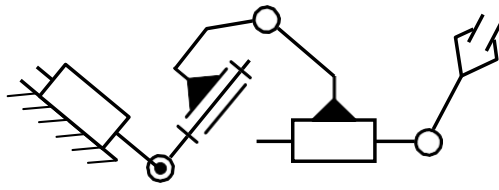
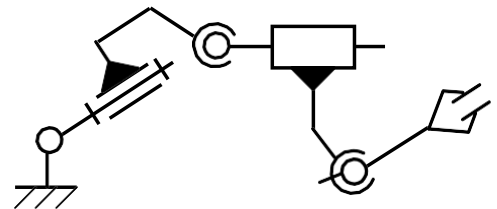


Рис. 1.12. Продолжение. Схемы 15–26

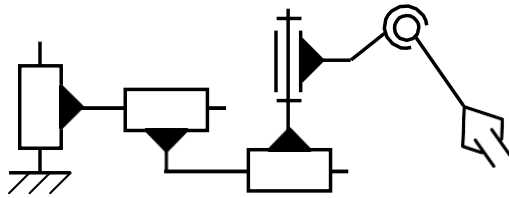
27



28



29



30

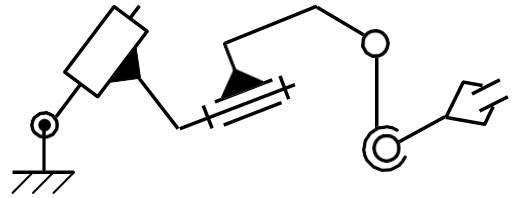


Рис. 1.12. Окончание. Схемы 27–30

