

Степени на свобода при механизмите

1. Определения :

1.1. Степен на свобода

1.2. Типове връзки :

1.2.1. Излишни или пасивни връзки

1.2.1. Местни или Локални подвижности

2. Основни понятия на структурния синтез и анализ.

2.1. Структура на механизма

2.2. Геометрична структура на механизма

1.1. Степен на свобода - брой на независимите параметри, определящи еднозначно, положението на всички звена.

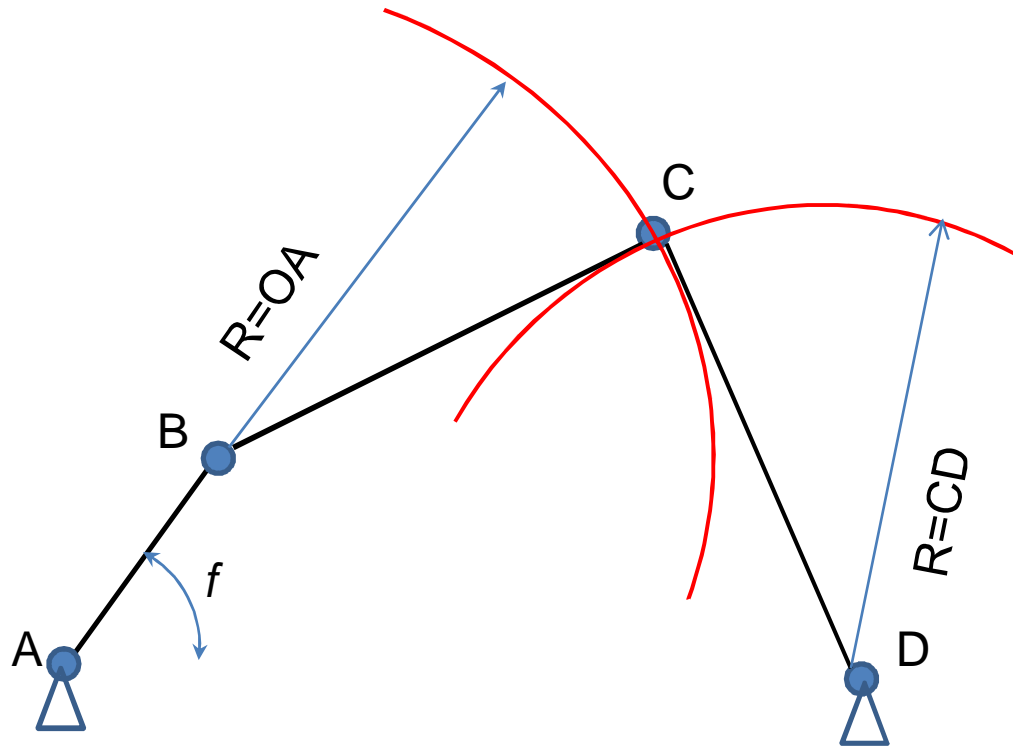
Пространствен механизъм:

$$h = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - 1p_1$$

Равнинен механизъм:

$$h = 3n - 2p_5 - 1p_4$$

Пояснение на понятието степен на свобода



$$h = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 9 - 8 = 1$$

$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 4 = 18 - 20 = -2$$

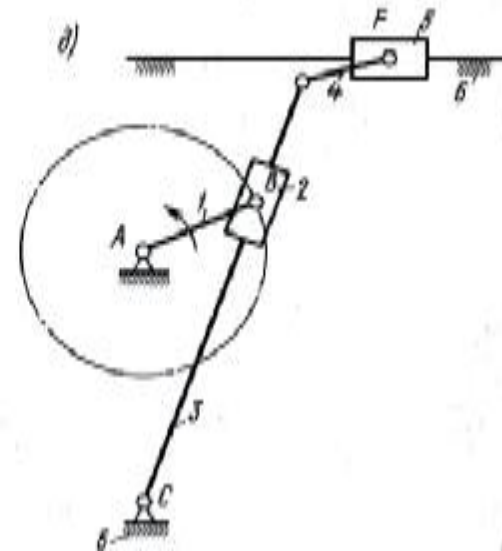
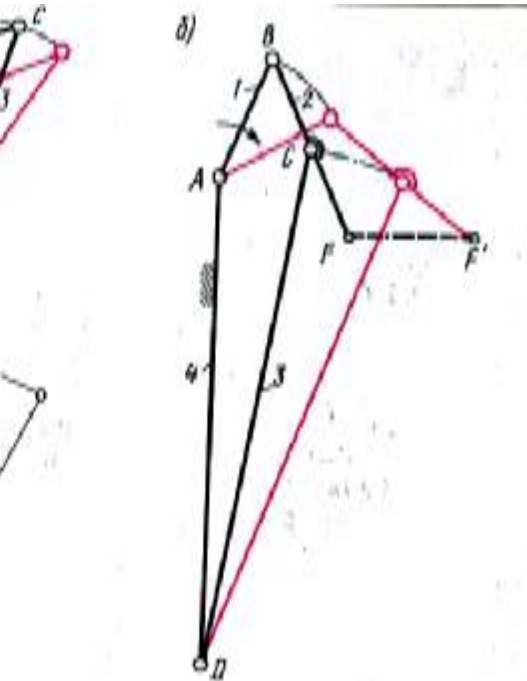
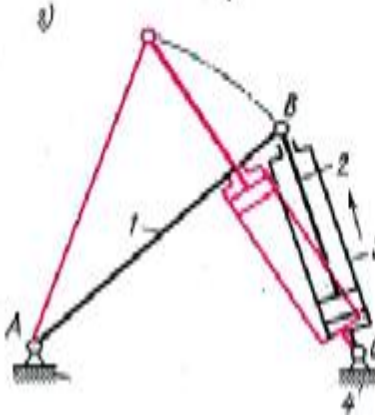
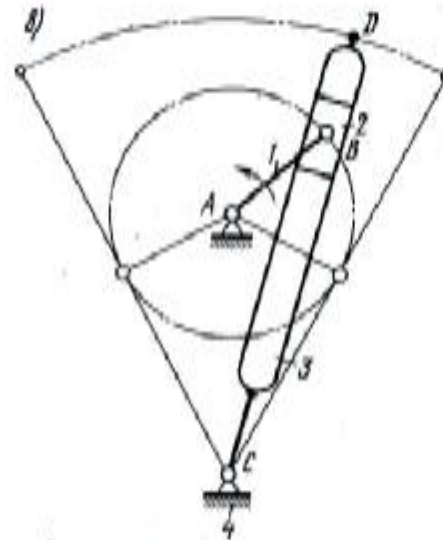
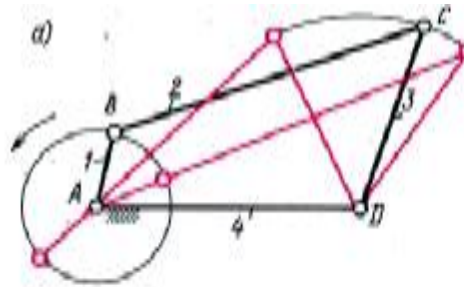
$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 1 - 4 \cdot 3 = 1$$

а) шарнирен четиризвенник – преобразува един вид въртене в друг.

б) шарнирен четиризвенник – генерира подходяща траектория.

в) кулисен механизъм – преобразува непрекъснато въртене в възвратно постъпателно.

г) кулисен механизъм с клатеща се кулиса – използва се в хидроприводите.



Примери за пространствени механизми с елементарни (низши) двойци.

а,б) четиризвнен механизъм

в,г) колянотовилков механизъм.

д,е) универсален шарнир на Хук. Карданов съединител.

ж) структурна схема на основния лостов механизъм на промишлен робот.

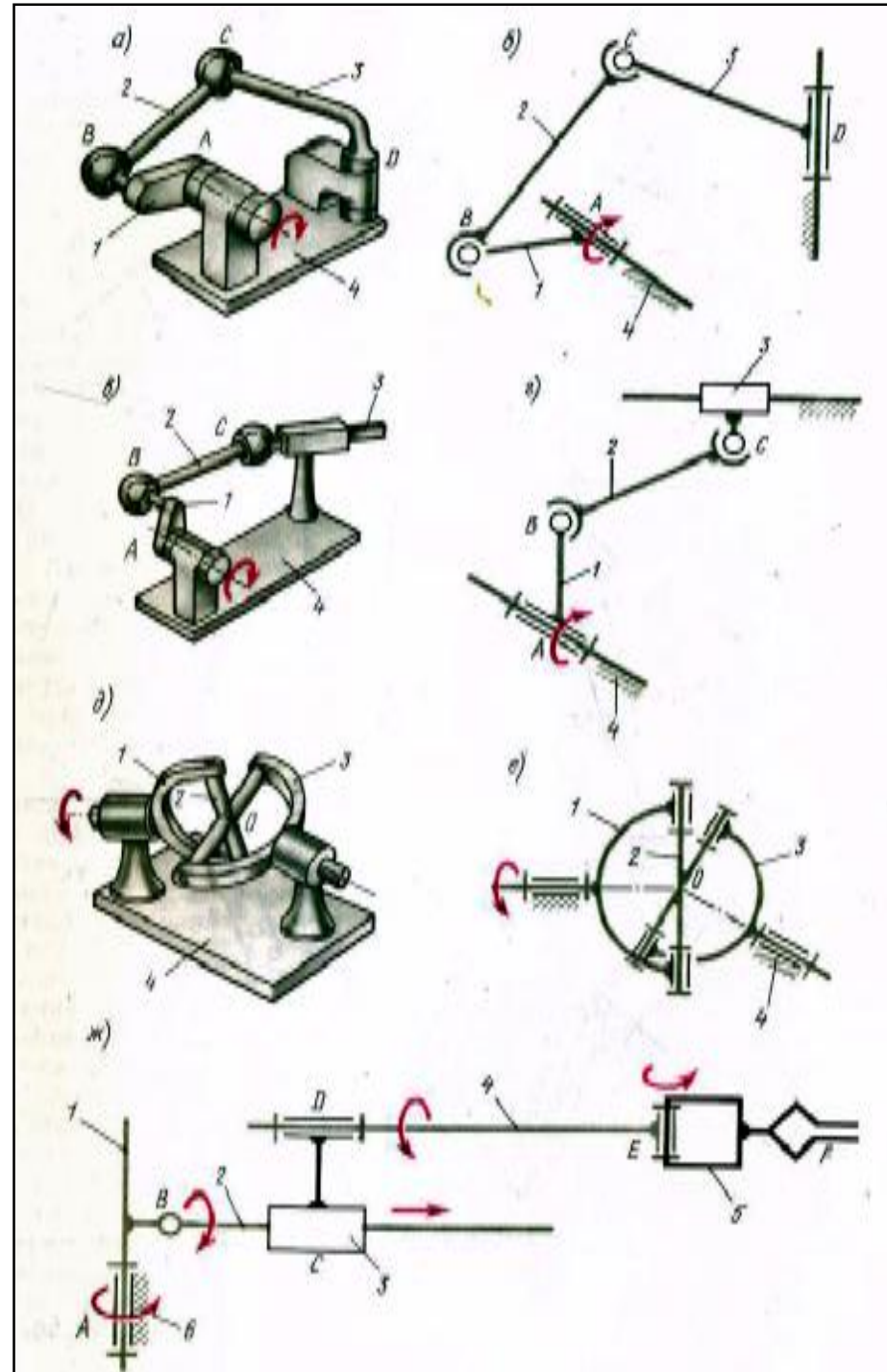
Равнинен случай:

$$h = 6 \cdot 3 - 4 \cdot 5 = 18 - 20 = -2$$

Пространствен случай:

$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 3 \cdot 2 = 18 - 10 - 6 = 2$$

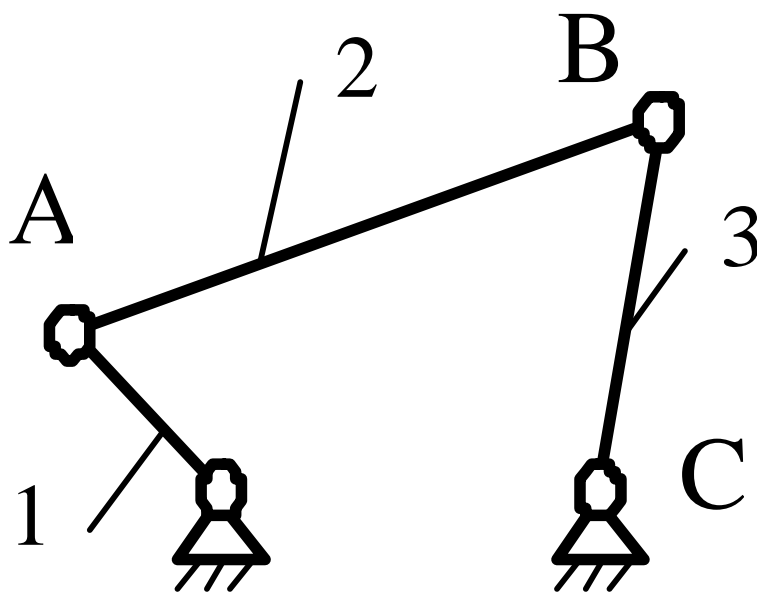
1 излишна



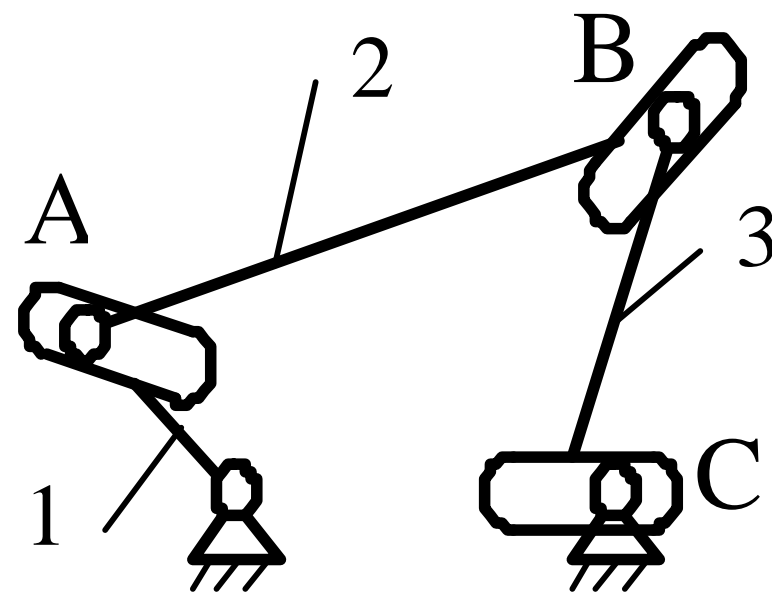
Шарнирен четиризвенник без и с отчитане на
хлабините във връзките

$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 4 = 18 - 20 = -2$$

$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 1 - 4 \cdot 3 = 1$$



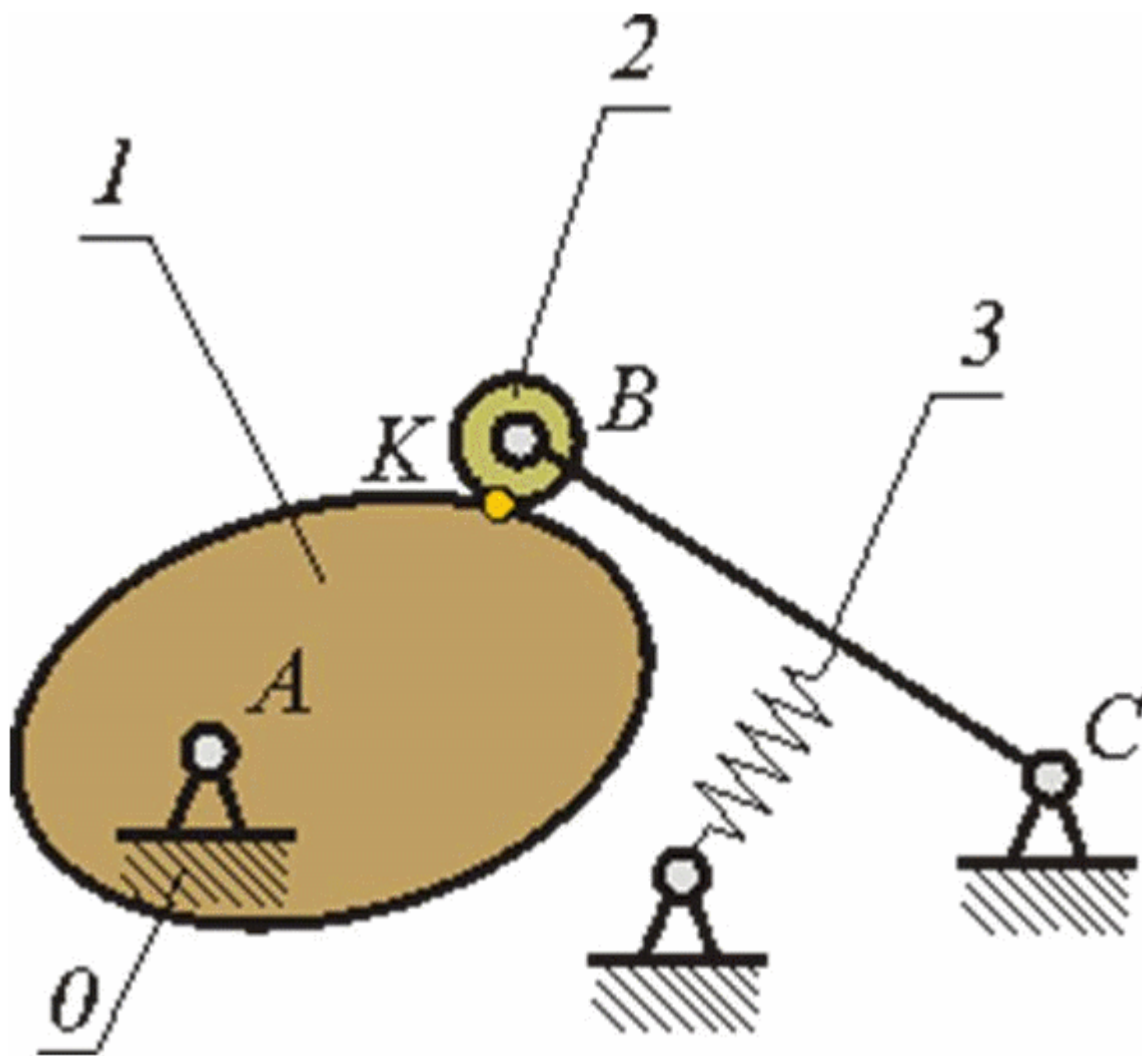
a)



б)

Пример за местна(излишна степен на свобода)

$$h = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 3 - 1 \cdot 1 = 2 \quad 1 \text{ местна(излишна)}$$



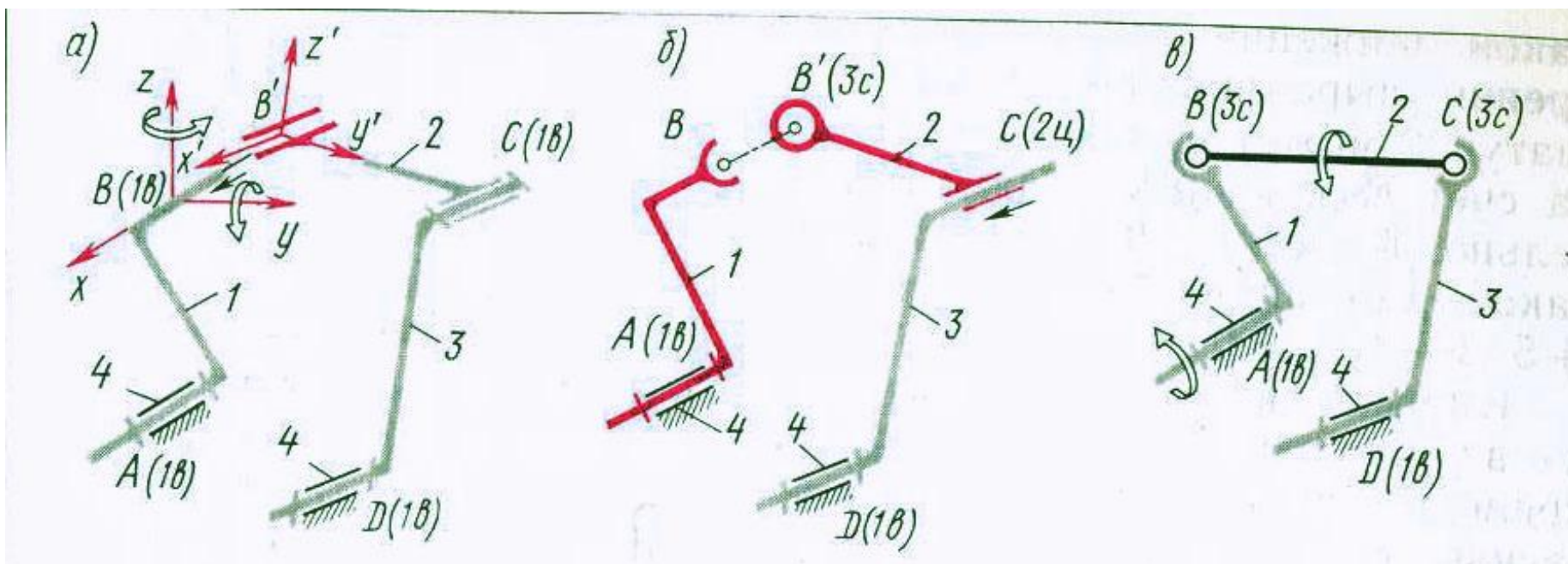
Статична неопределеност (Излишни връзки, Недостатъчни степени на свобода) –

Влияние върху надеждността и работоспособността на механизмите. При грешка в изработването и монтажа механизма се оказва от **равнинен** в **пространствен**. Тук сглобяването е за сметка на деформации в звената.

$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 4 = -2$$

$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 4 \cdot 1 - 3 \cdot 1 = 1$$

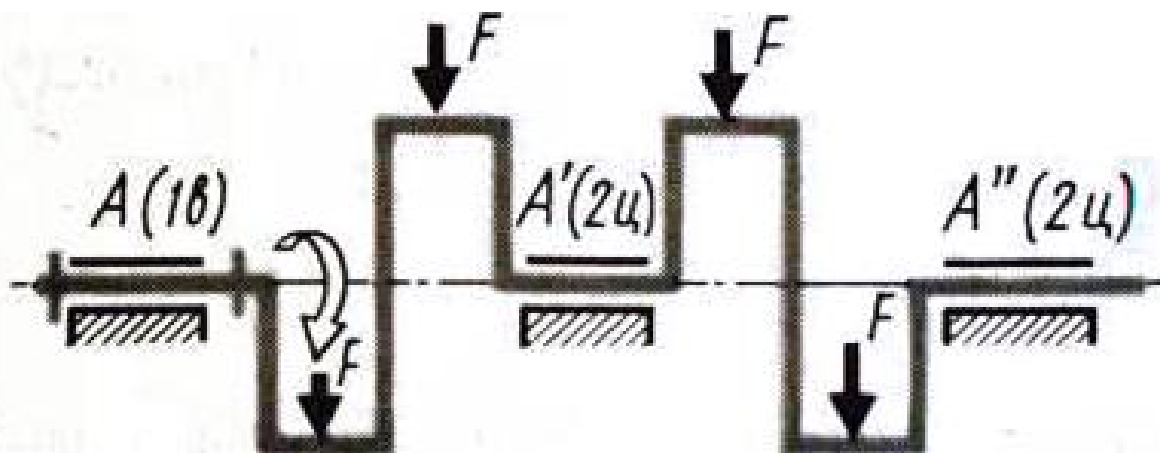
$$h = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 3 \cdot 2 = 2$$



В много случаи се налага съзнателно да се проектират и изработват статически неопределени механизми с излишни връзки за осигуряване на необходимата якост и поддатливост на системата, особено при предаване на големи сили. Примера е за колян вал на четирицилиндров двигател. От кинематична гл. точка **A** е достатъчна.

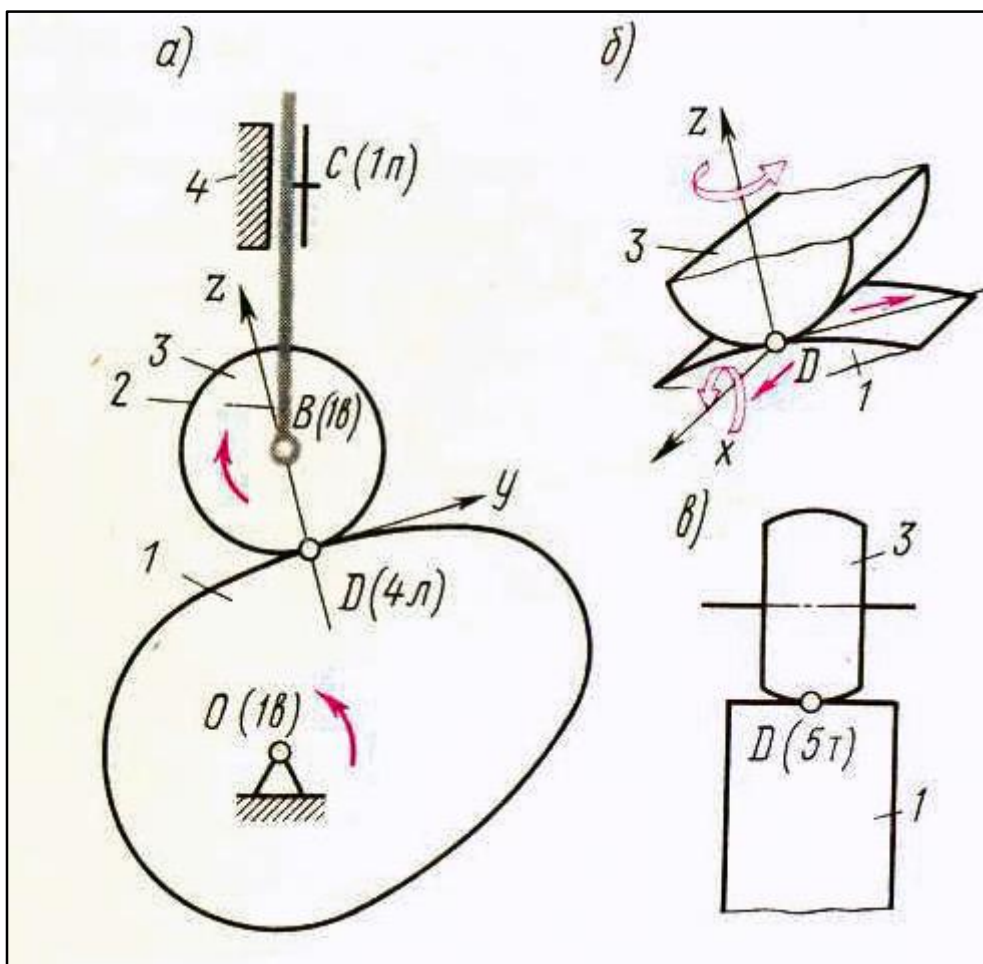
$$h = 6 \cdot 1 - 5 \cdot 1 = 1$$

$$h = 6 \cdot 1 - 5 \cdot 1 - 4 \cdot 2 = 1 - 8$$



$$H = h - h_{\text{недостатъчни}}$$

Примери за отстраняване на излишните връзки.



Механизъма е четиризвенеен $n=3$. Освен основната подвижност (въртенето на гърбицата) има и местна подвижност (въртенето ролката около своята ос)

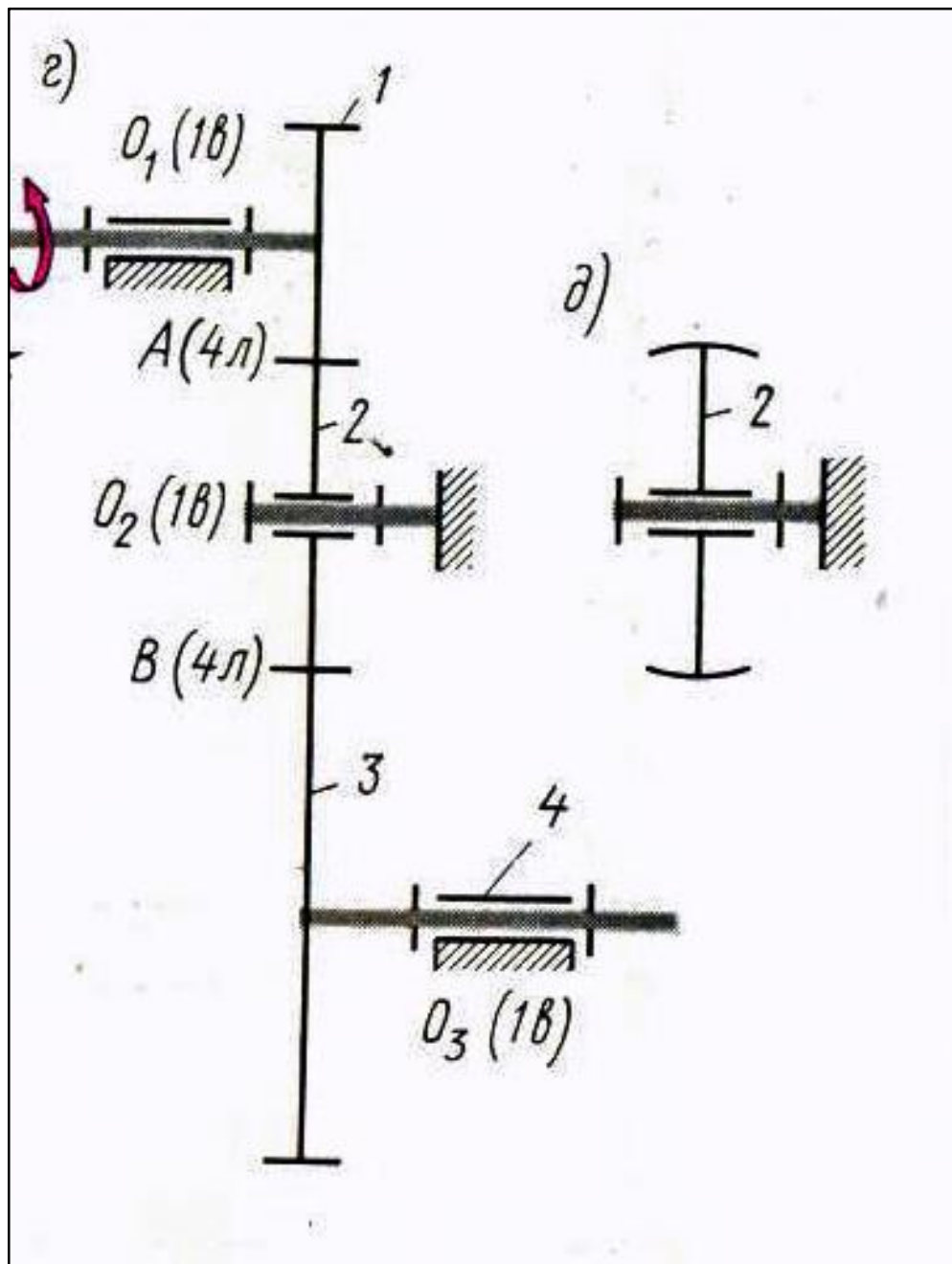
$$h=3.3-2.3-1.1=2$$

Ако поради неточности механизма е пространствен то:

$$h=6.3-5.3-2.1=1$$

При разглеждане на контакта като бъчвообразна ролка с цилиндрична повърхнина (едно ограничение)

$$h=6.3-5.3-1.1=2$$



Механизъма е четиризвене

$n=3$.

$$h=3 \cdot 3 - 2 \cdot 3 - 1 \cdot 2 = 1$$

Ако поради неточности
механизма е пространствен то:

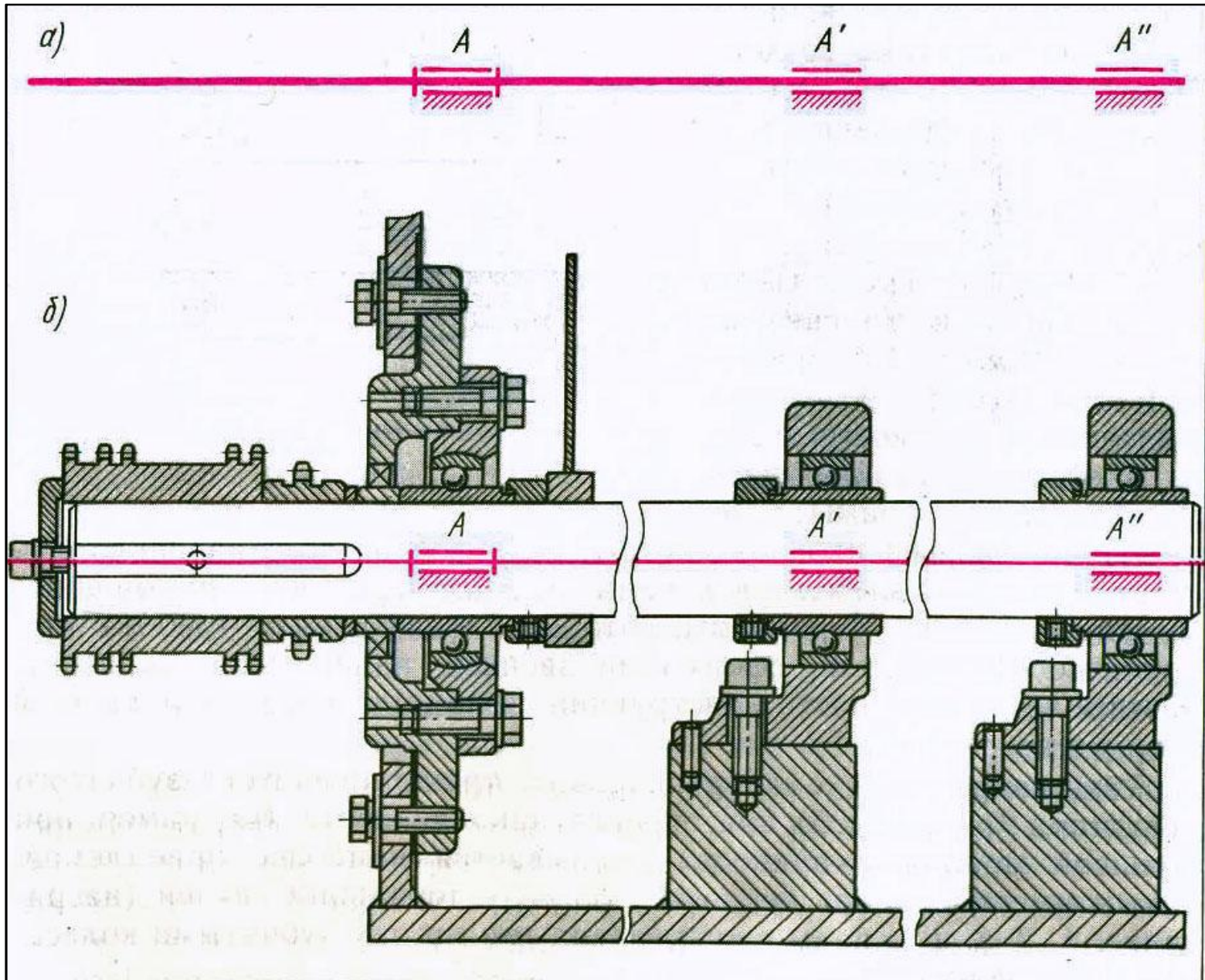
$$h=6 \cdot 3 - 5 \cdot 3 - 2 \cdot 2 = -1$$

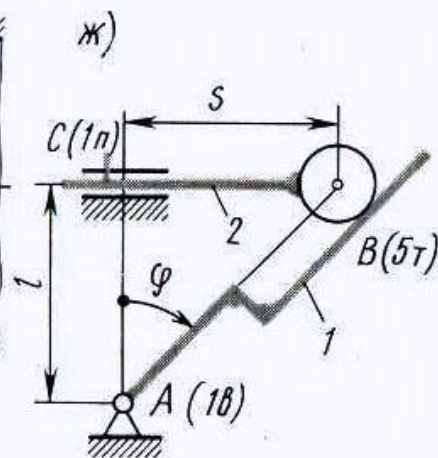
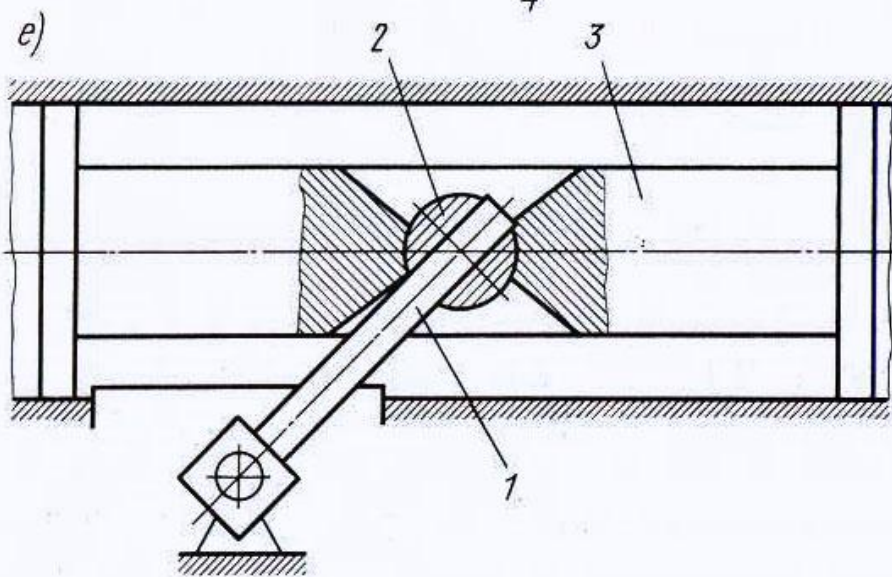
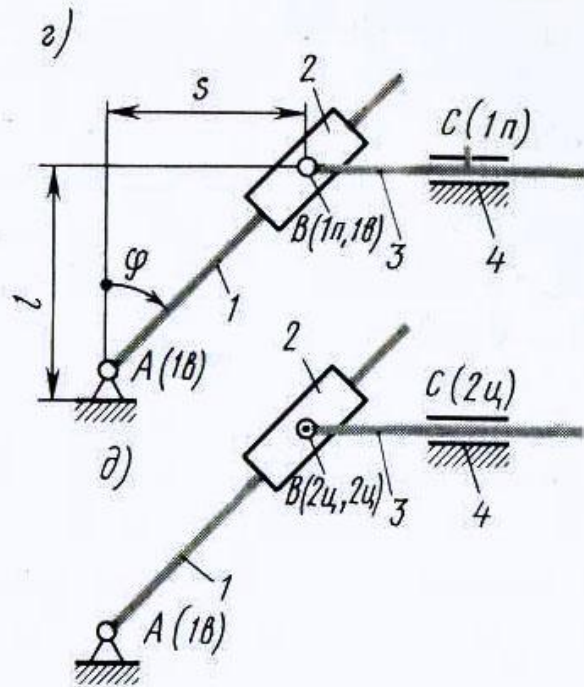
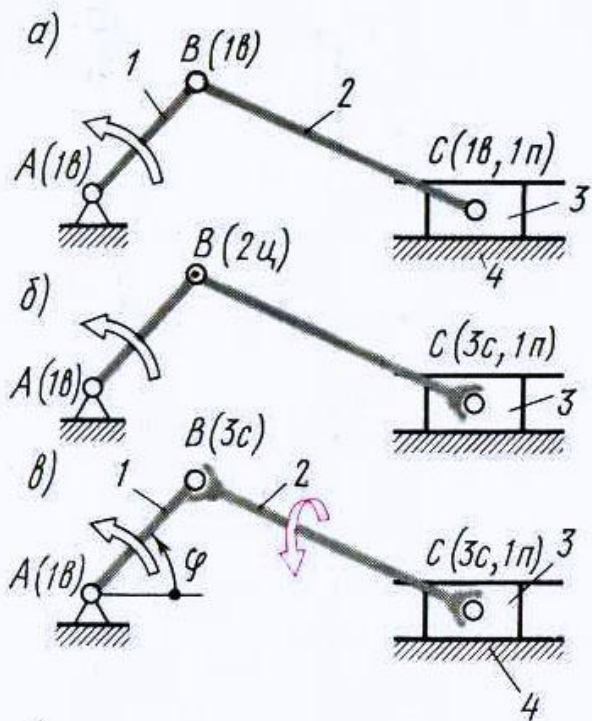
При разглеждане на контакта
като бъчвообразна ролка с
цилиндрична повърхнина (едно
ограничение)

$$h=6 \cdot 3 - 5 \cdot 3 - 1 \cdot 2 = 1$$

$$h = 6.1 - 5 \cdot 1 = 1$$

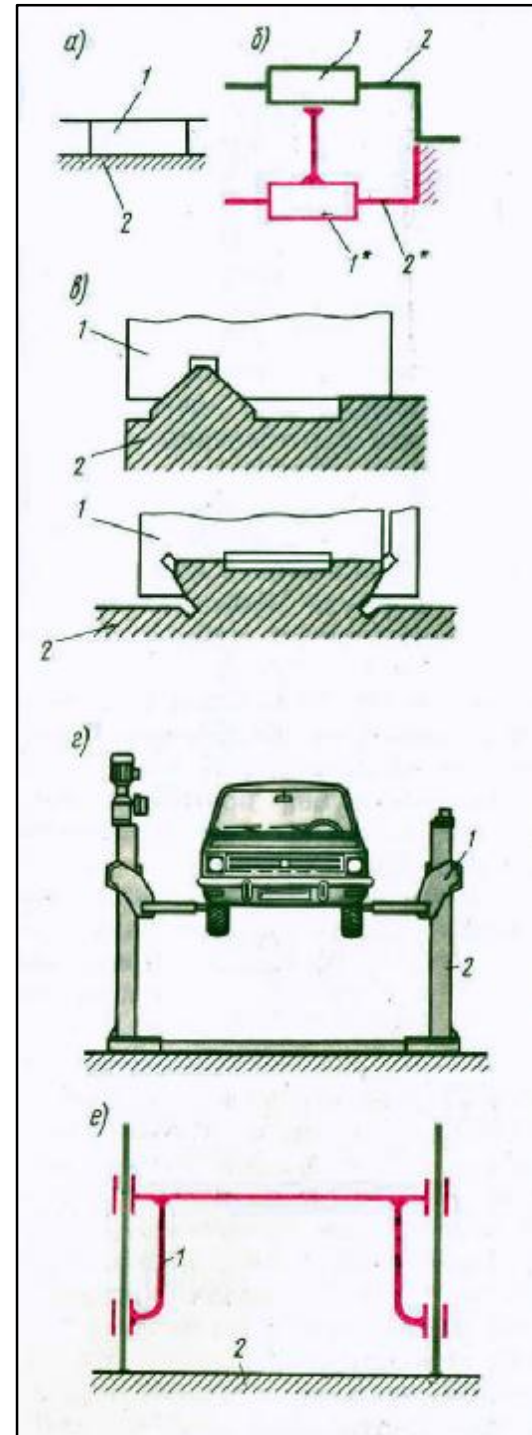
$$h = 6.1 - 5 \cdot 1 - 4.2 = 1 - 8$$





Локални (местни) излишни връзки в кинематичната връзка.

Ограничения трябва да се изпълняват при всякакви сили, действащи на механизмите. Конструкцията на елементите на кинематическите връзки е много разнообразна. Контактующите повърхности, линии и точки образуват прости и сложни кинематични връзки.



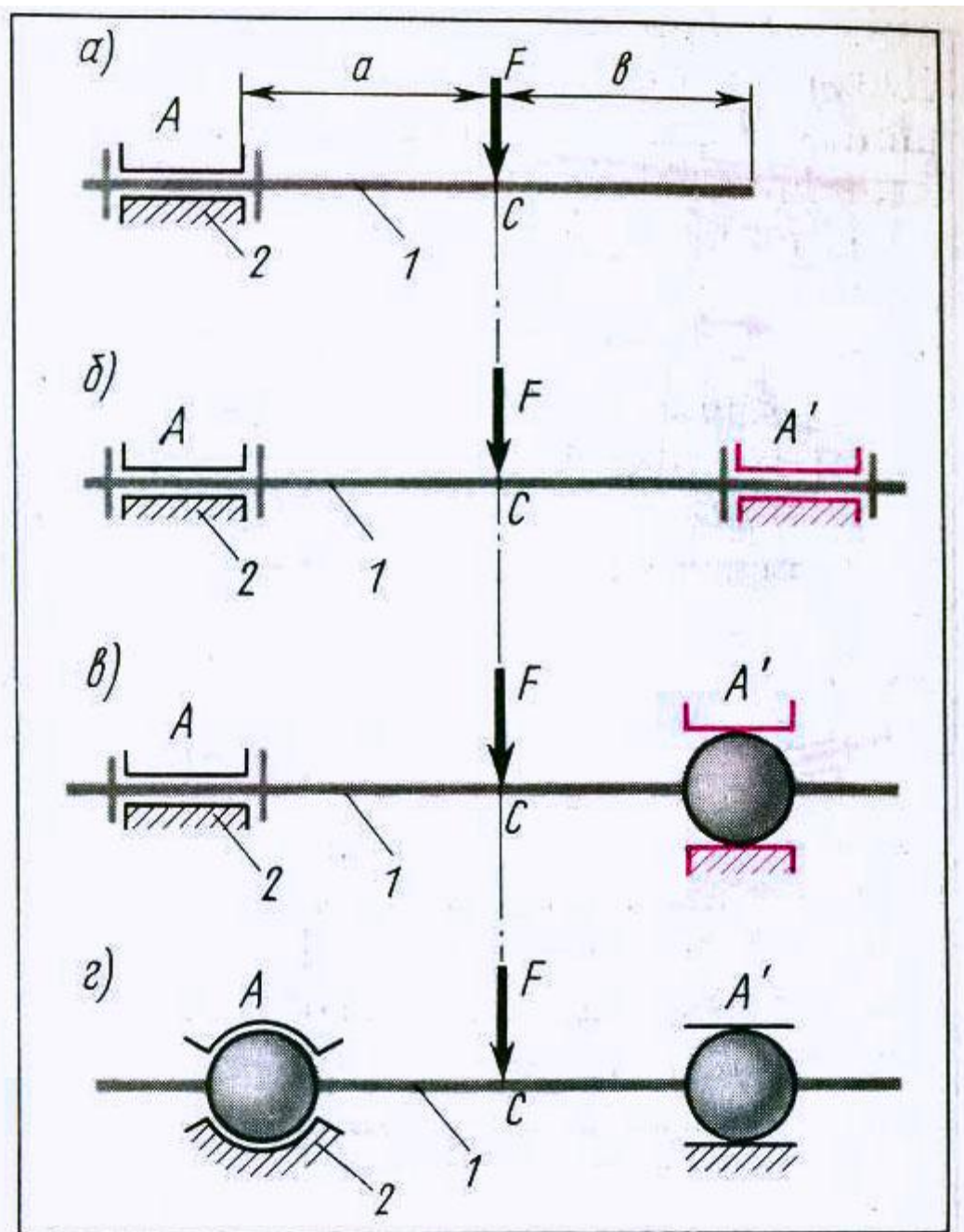
При разработка на конструкцията на кин. връзка, допълнителните елементи се въвеждат за да се намали натиска и износването на контактиращите повърхности и особено деформациите.
(степен на статична неопределимост-излишни връзки)

а) $h=6.1-5.1=1$

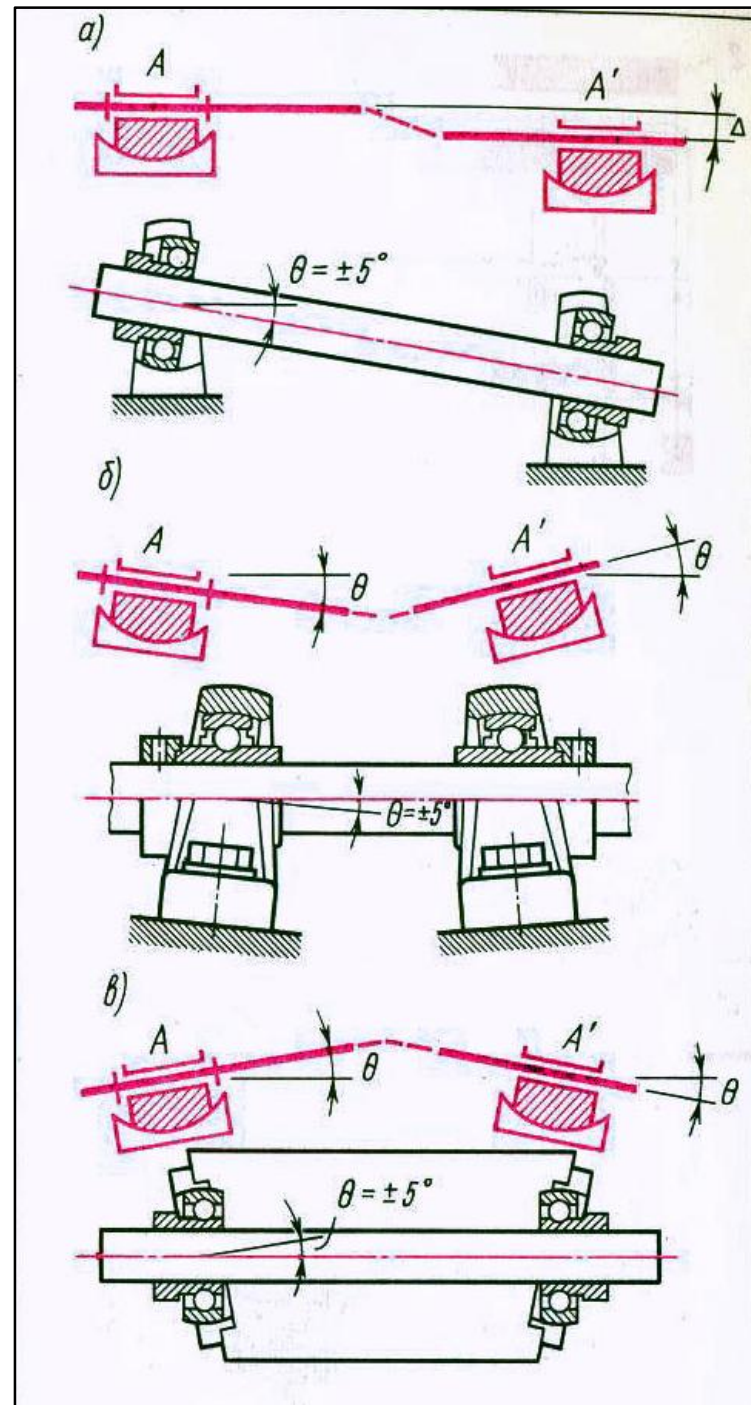
б) $h=6.1-5.2=1-5$

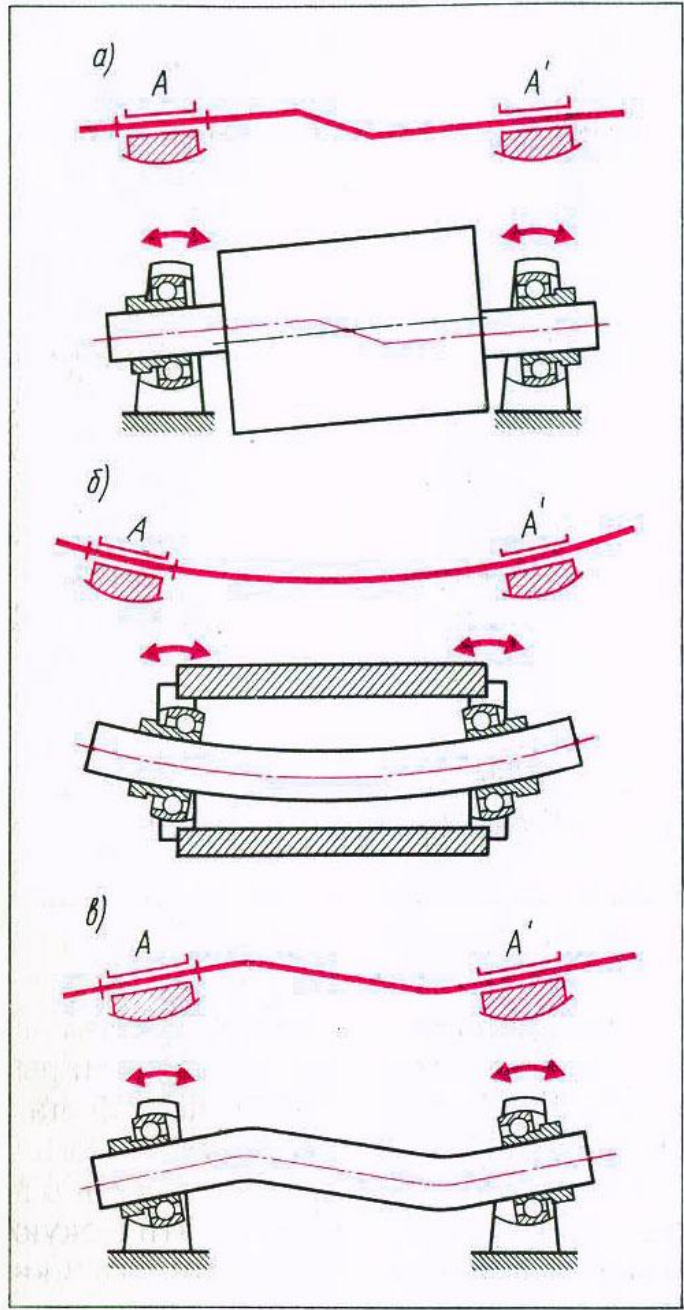
в) $h=6.1-5.1-2.1=1-2$

г) $h=6.1-3.1-2.1=1$



В случай на отклонение от праволинейност на вала се появяват излишни местни (локални) връзки и конструкцията става статически неопределима като движение е възможно само при наличие на допълнителни подвижности. Такива подвижности са показани със стрелки.

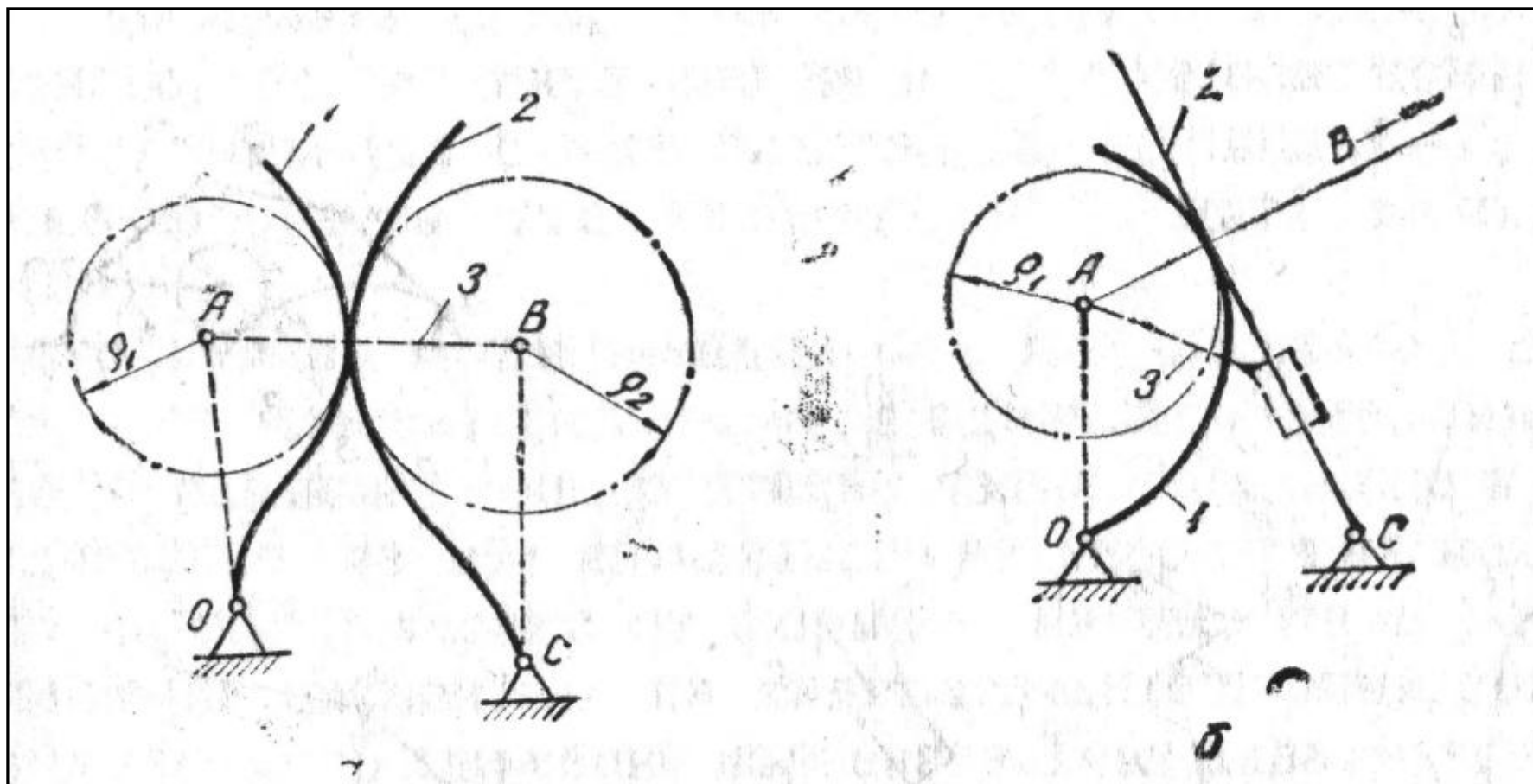


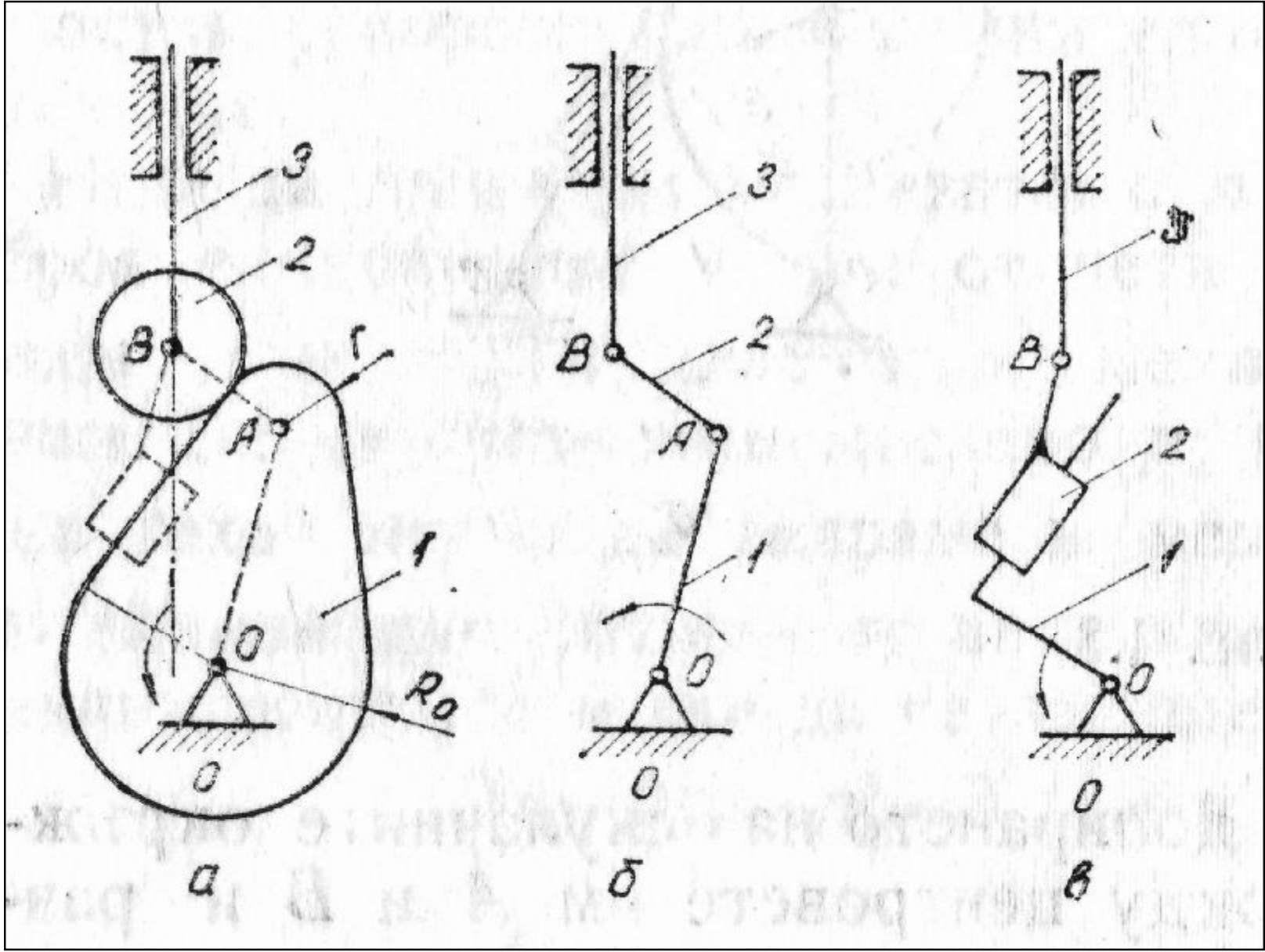


Кинематична замяна

$$3n - 2p_5 - p_4 = 3(n + n') - 2(p_5 + p_5')$$

$$p_5' = 0.5(3n' + 1)$$





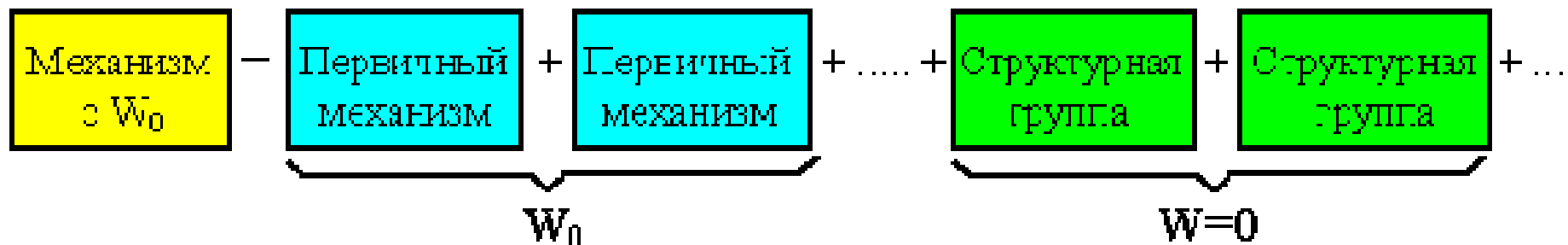
Асурови групи – кинематични вериги с нулева степен на свобода

$$h = 3n'' - 2p_5'' = 0$$

$$p_5'' = \frac{3}{2}n''$$

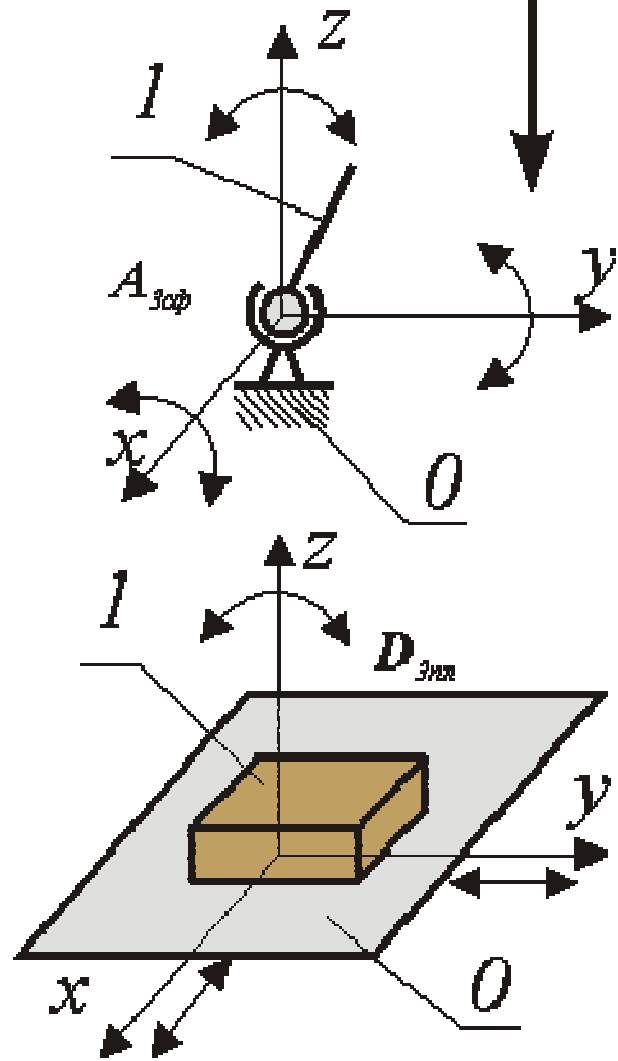
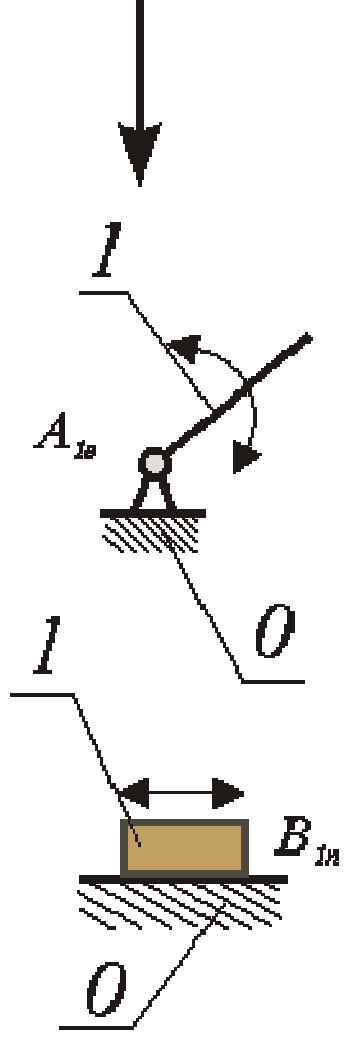
$$n'' = 2, 4, 6, 8, \quad p_5'' = 3, 6, 9, 12$$

Структурный синтез механизма по Ассур

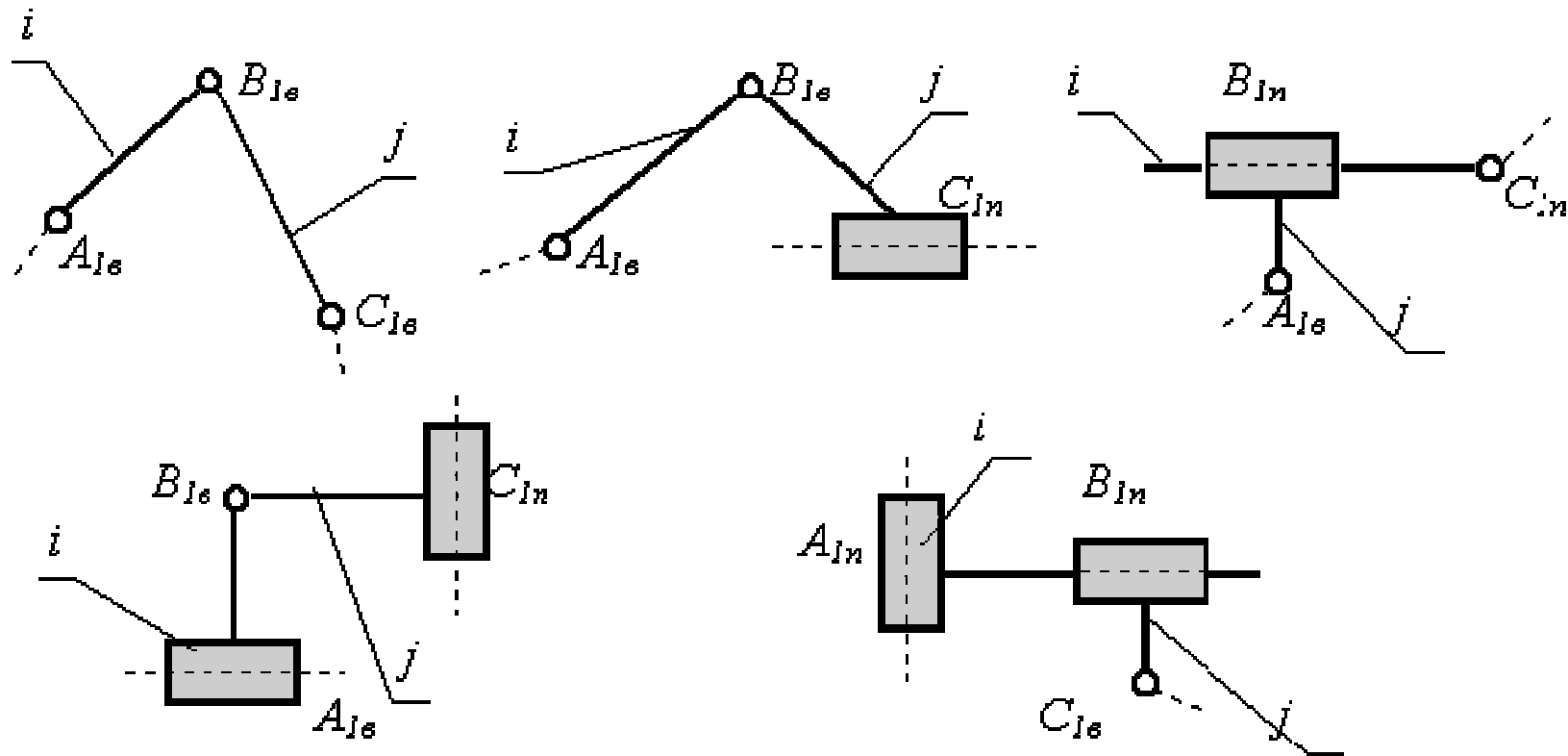


Структурный анализ механизма по Ассур

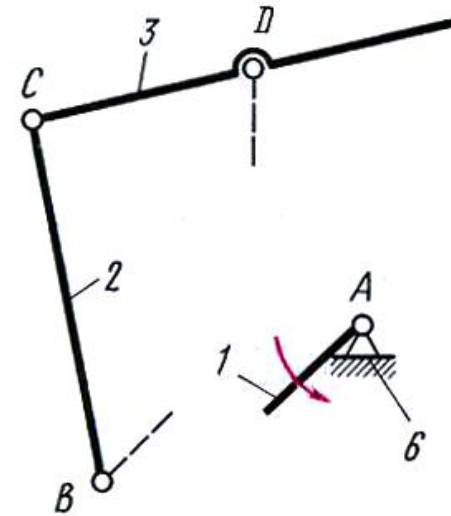
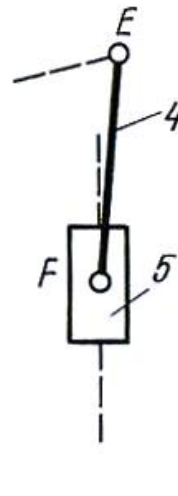
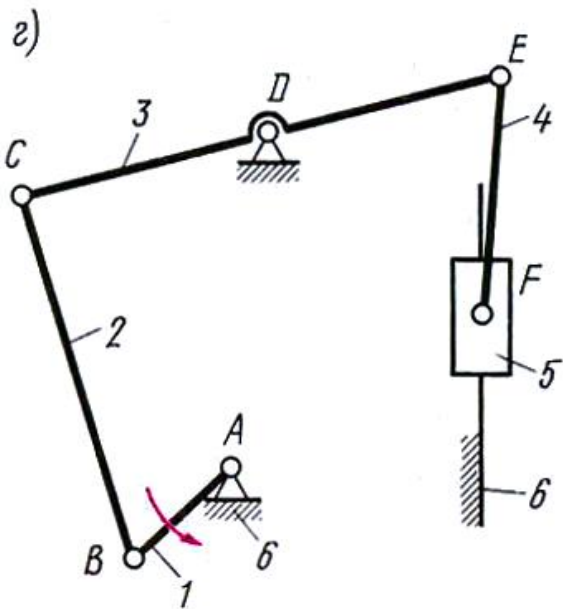
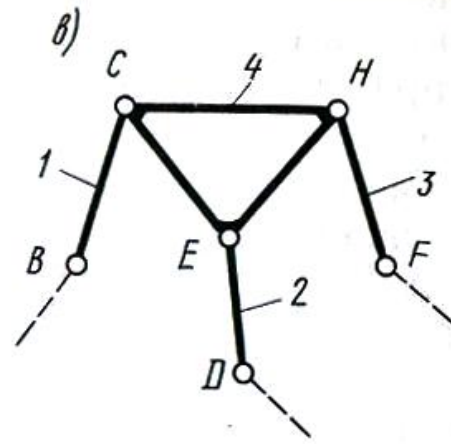
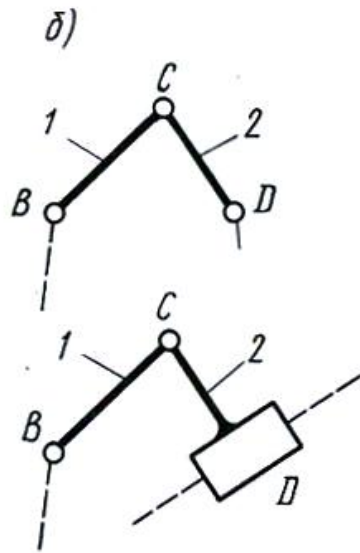
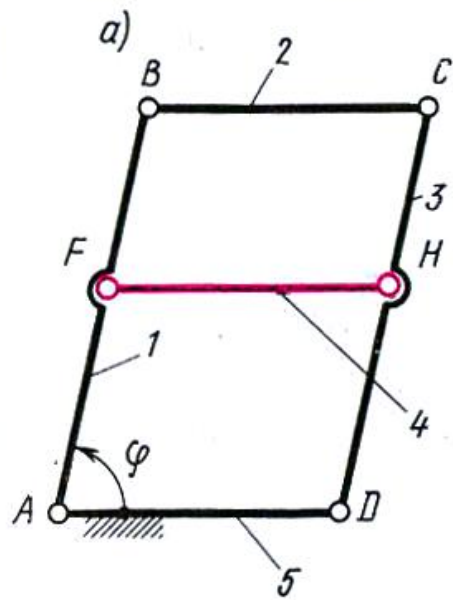
$c W = 1$
Първични механизми
 $c W > 1$

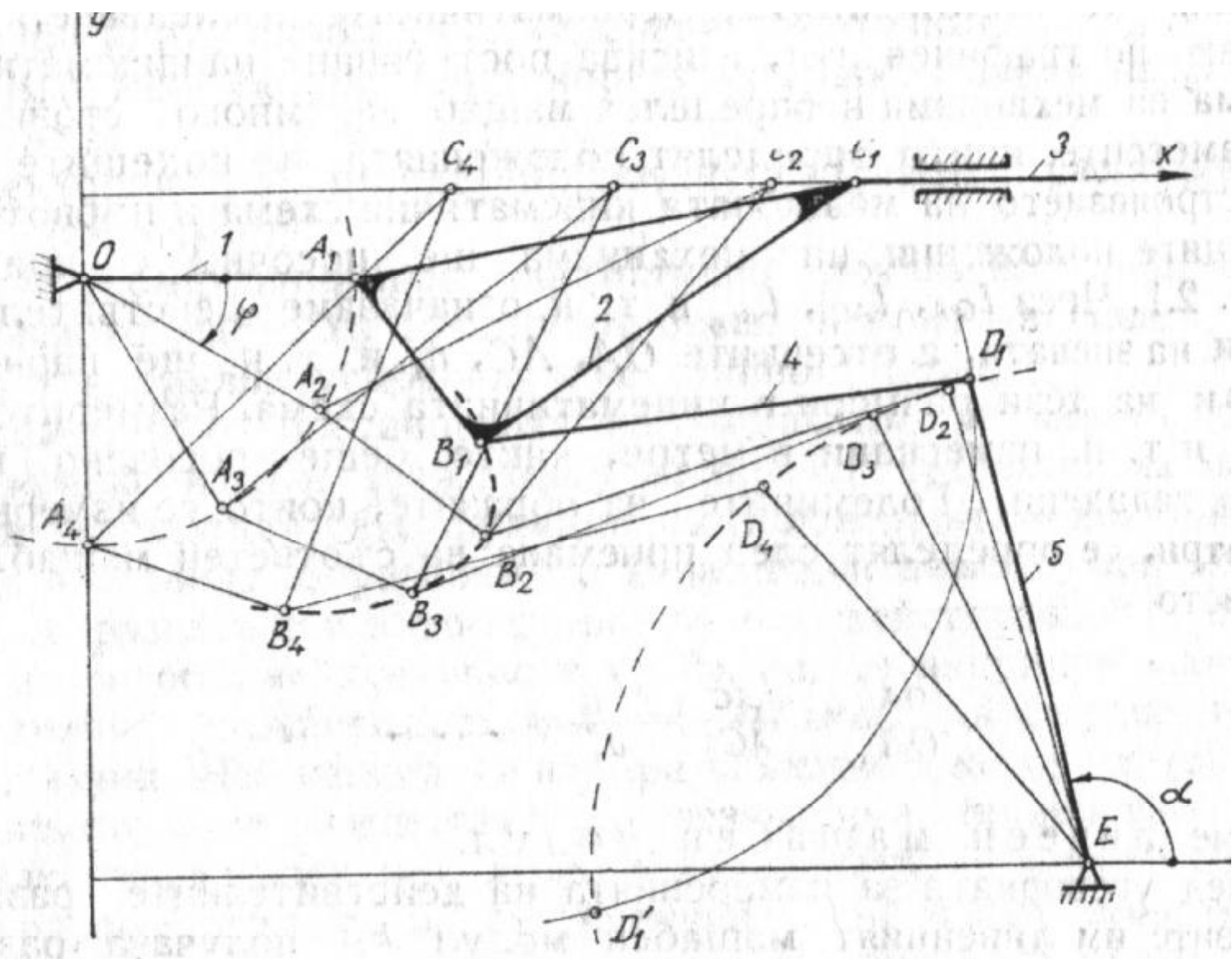


Асурови групи от първи клас



$$W_{cp} = 3 n_{cp} - 2 p_1 = 0, \text{ где } n_{cp} = 2, p_1 = 3.$$





Фиг. 2.2

Задачи на кинематичния анализ

1. План на положението на механизма.
2. Определяне на последователните положения на звената.
3. Крайни (мъртви) положения на механизма.
4. Определяне на скоростите на точки от звената на механизмите по метода на плановете.