

**Моделювання динамічних систем машин та механізмів**

Моделлю (від лат. Modulus - зразок, міра) називається штучна система, що відображає в зручній формі основні властивості досліджуваного об'єкта – оригіналу. Вона знаходиться в певній відповідності з досліджуваним об'єктом і може замінити його при дослідженні. Моделювання може бути:

1. Натурним (фізичним),
2. Аналоговим.
3. Математичним.



Рис. 2.1. «Чорний ящик», як основа методу статистичного дослідження функцій системи

Моделювання динамічних систем машин та механізмів

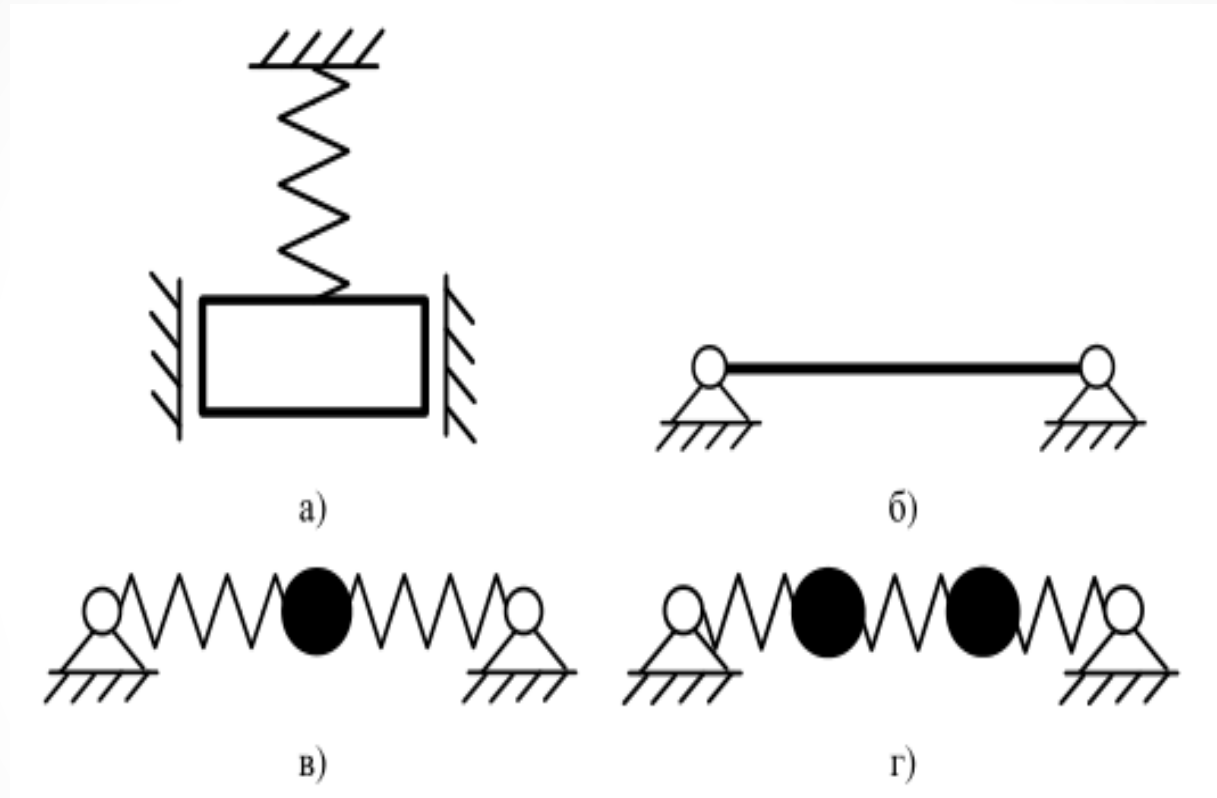


Рис. 2.2. Системи із різною кількістю ступенів вільності: а) маса на пружині (одна ступінь вільності); б) балка на опорах; в) динамічна модель балки на опорах з одною ступінню вільності; г) динамічна модель балки на опорах з двома ступенями вільності

## Моделювання динамічних систем машин та механізмів

До характеристик динамічних властивостей механізму (системи) відноситься:

Табл. 2.1

№ з/п	Характеристики	Система поступальна	Система крутильна
1	Інерційні	Маса $m$ , кг	Момент інерції $J$ , $\text{кгм}^2$
2	Дисипативні (демпфування, тертя – розсіювання енергії)	Коефіцієнт демпфування коливань $h$ , коефіцієнт розсіювання енергії затухаючих коливань $\psi$	
3	Жорсткості	Коефіцієнт жорсткості $c = 1/e$ , Н/м ( $e$ – податливість, м/Н)	Коефіцієнт жорсткості $c'$ , Нм

Якщо маси системи, що моделюється мають різний вид руху (обертальний і поступальний) приведення поступально рухомої маси до обертальної виконують з умови рівності кінетичної енергії цієї маси  $m$ , що рухається поступально з швидкістю  $V$ , її обертальному руху (з моментом інерції  $J$ ) з кутовою швидкістю  $\omega$ ;

$$E_{к\ об} = E_{к\ пост} \quad \text{або} \quad J\omega^2/2 = mV^2/2, \quad \text{тоді} \quad J = m(V/\omega)^2.$$

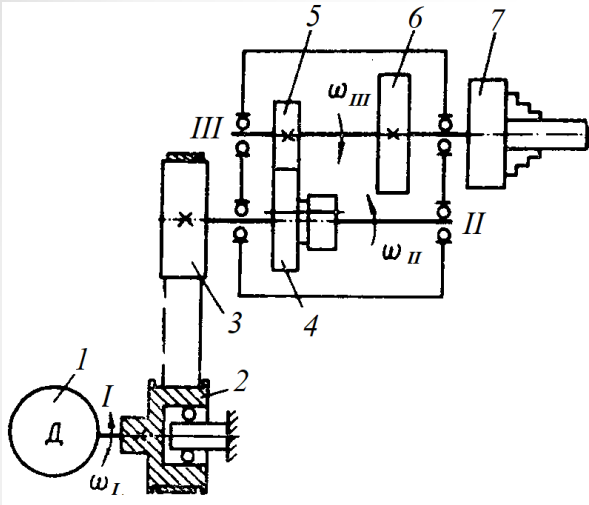
Якщо перетворення обертального руху в поступальний виконується

- парю «гвинт-гайка» тоді  $V/\omega = t_{зв}/2\pi$ ;

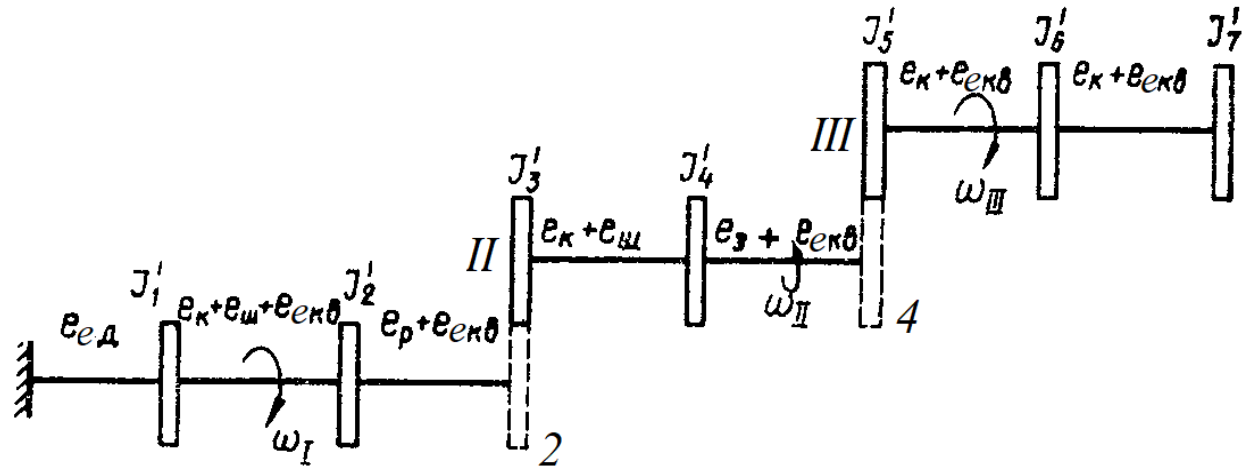
- «шестерня-зубчаста рейка» тоді  $V/\omega = R$

( $t_{зв}$  – крок гвинта,  $R$  – радіус початкового кола шестерні)

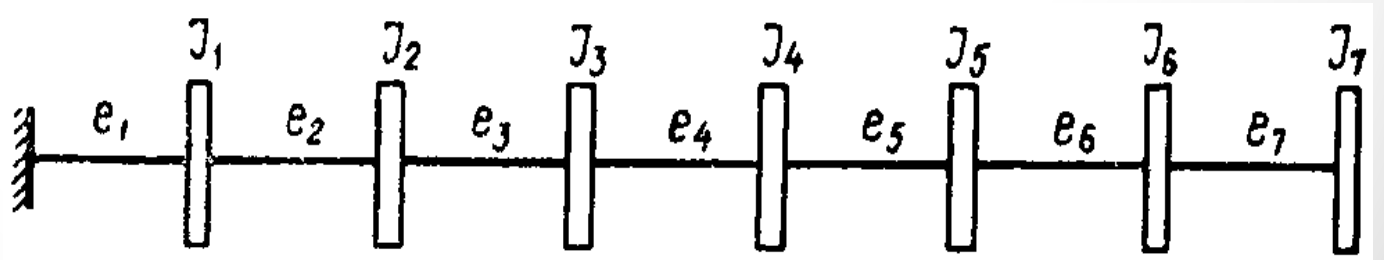
## Моделювання динамічних систем машин та механізмів



а)



б)



в)

Етапи моделювання реальних механічних систем.

## Моделювання динамічних систем машин та механізмів

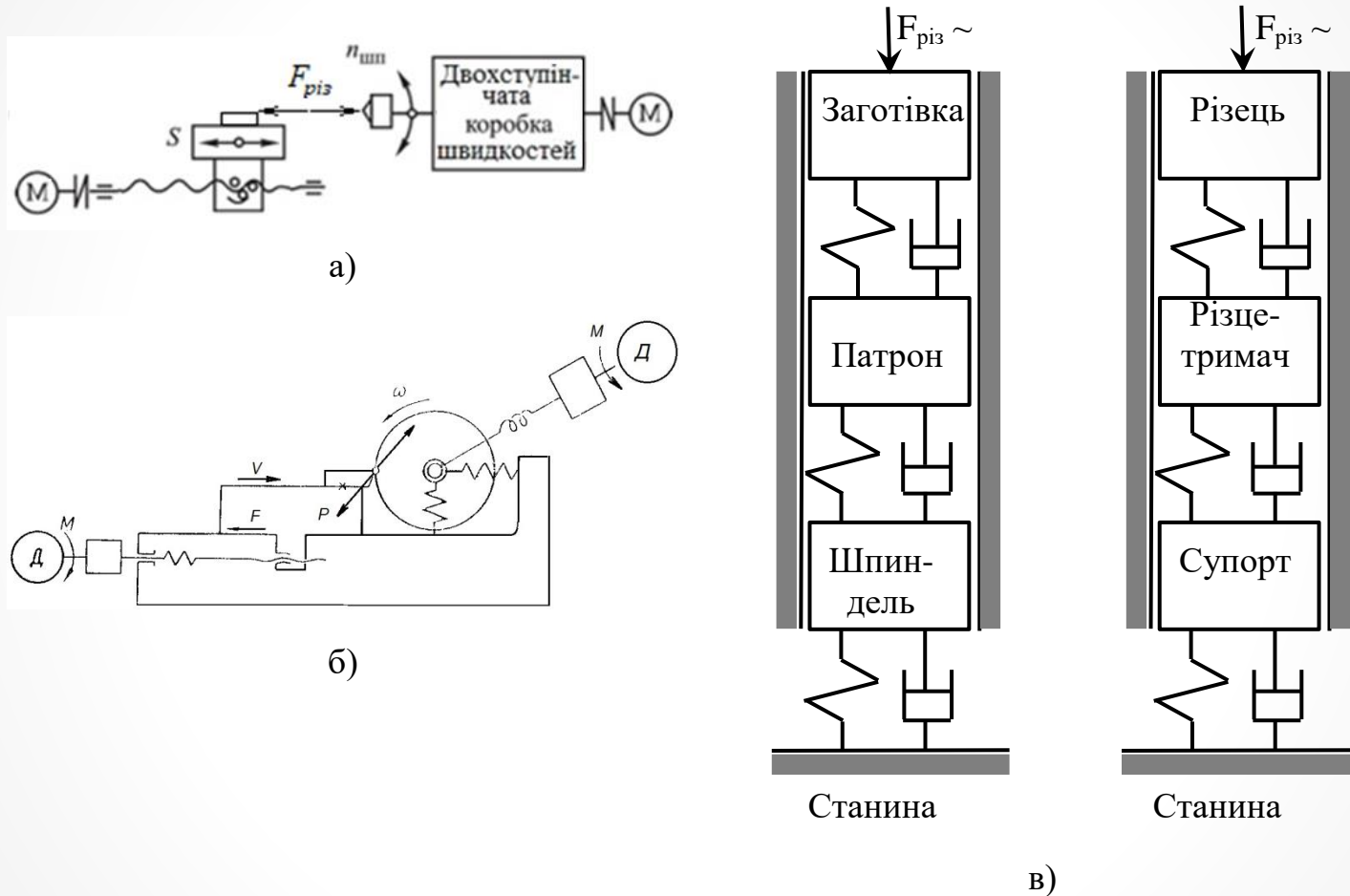


Рис. 2.3. Послідовність приведення пружної системи токарного верстата до спрощеної схеми поступальних коливань: а – схема взаємовпливу приводів верстата під час різання, б – динамічна структурна схема верстата, в – схема взаємодії елементів двох підсистем технологічної обробної системи при поступальних коливаннях

Моделювання динамічних систем машин та механізмів

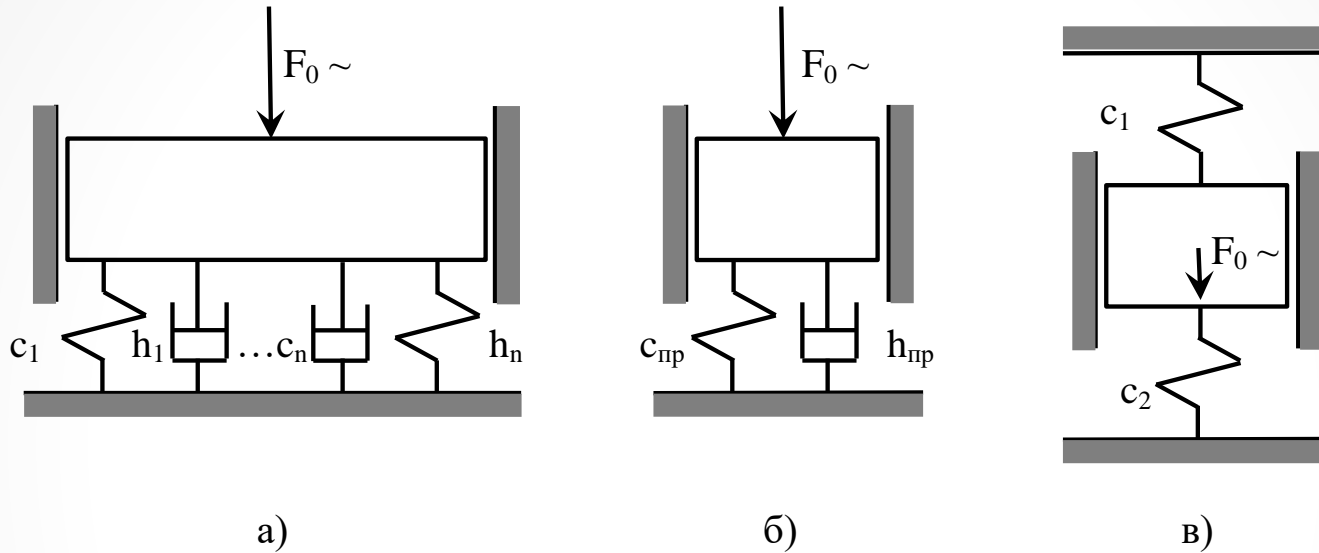


Рис. 2.4. Схеми з'єднання пружних і демпфуючих елементів

## Моделювання динамічних систем машин та механізмів

1. При послідовному з'єднанні пружних елементів (рис. 2.5.) до них прикладена одна і та ж сила, а приведений коефіцієнт податливості еквівалентної системи (рис. 2.4., б) дорівнює сумі коеф. податливості елементів вихідної системи.

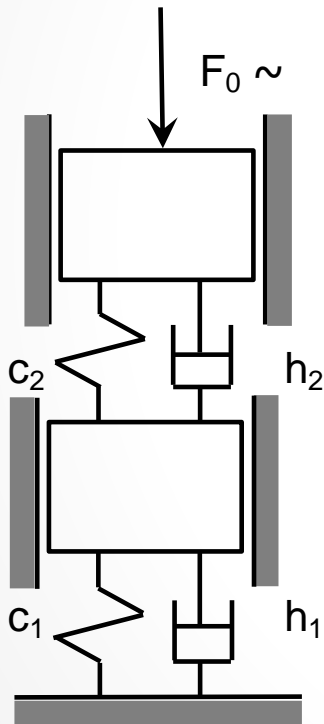


Рис. 2.5.

Для еквівалентної системи (рис. 2.4., б), яка заміняє вихідну (рис. 2.5.) (згідно рівняння визначення втрат енергії на демпфування):

$$e_{\text{пр}} = e_1 + e_2, \text{ або } 1/c_{\text{пр}} = 1/c_1 + 1/c_2$$

$$\text{Тоді: } c_{\text{пр}} = 1 / (1/c_1 + 1/c_2) \text{ або } c_{\text{пр}} = c_1 c_2 / (c_1 + c_2).$$

Спираючись на умову балансу енергії систем отримано вираз для коеф. демпфування еквівалентної системи:

$$h_{\text{пр}} = h_1 (c_{\text{пр}}/c_1)^2 + h_2 (c_{\text{пр}}/c_2)^2.$$