

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ (САР) (КЕРУВАННЯ) І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ.

Автоматичне регулювання (у) являє собою процес підтримки або зміни керованих величин за заданим режимом за допомогою спеціальних пристроїв, що називаються автоматичними регуляторами або АКП (автоматичними керуючими пристроями).

Система автоматичного регулювання (САР) є сукупністю взаємодіючих один з одним об'єктів керування і пристроїв автоматичного регулювання.

За принципом дії САР поділяються на розімкнуті системи жорсткого керування і замкнені системи регулювання.

X - вхідна величина об'єкта

Y - вихідна величина об'єкта

У розімкнених системах жорсткого керування регулюючий вплив вводиться в наперед задані моменти часу без проведення контролю вихідних величин об'єкта. Такий зв'язок може трохи порушуватися в міру зносу деталей і вузлів механізму об'єкта і системи керування.

У замкнутій системі регулюючий вплив уводиться за певним законом при відхиленні вихідних величин від їхнього заданого значення (регулятор впливає на об'єкт, а об'єкт - на регулятор).

Об'єкт (прес, піч) регулюють швидкість переміщення траверси, температуру печі.

### Узагальнена схема системи автоматичного регулятора (САР САК).

Чутливий елемент перетворює регульований параметр у будь-яку електричну характеристику, зручну для передачі.

Регулятор порівнює перетворену характеристику з заданою величиною, установлені датчиками й у залежності від результатів порівняння подає певну команду виконавчому механізму, взаємодіючому з регульовальним органом, що дозволяє змінювати притік від джерела до об'єкта регулювання.

У випадку малої величини регулюючого імпульсу необхідні високочутливі вимірювальні прилади і підсилювачі.

Позиційне регулювання і позиційні регулятори відносяться до регуляторів релейної дії.

У таких регуляторів виконавчий механізм може займати лише два положення (переключення з одного положення в інше), коли регульована величина проходить через задане значення. Режим роботи системи з позиційним регулюванням - автоколивальний.

Регулюючий вплив позиційних регуляторів завжди однаковий і не залежить від величини відхилення параметрів об'єкта регулювання.

Недолік двопозиційного регулювання полягає в зміні регульованого параметра від мінімального до максимального значення; часті вмикання виконавчого механізму.

Позиційні регулятори доцільно застосовувати за тих умов, коли різниця між заданою верхньою і нижньою межею - регульована величина.

У разі необхідності підтримки заданої величини регульованого параметра з високою точністю необхідно використовувати регулятори з керованим впливом, що залежить від величини і характеру відхилення регульованого параметра. Ці регулятори пропорційної дії (П-регулятори) або статичні, пропорційно-інтегральної дії (ПІ-регулятори) - ізодромні, пропорційно-інтегрально-диференціальної дії (ПІД-регулятори).

### Статичні регулятори (П- регулятори).

або регулятори з жорстким утворюючим зв'язком створює регулюючий вплив, пропорційний відхиленню регульованого параметра.

Вихідна величина з вхідним зв'язком:

$$Y = K_p X$$

$K_p$  - коефіцієнт передачі регулятора, налаштовується за допомогою засобів.

### Схема статичного регулятора.

$R_p$  - реостатний датчик потенціометра ЕП увімкнений у мостову схему реостатним датчиком  $R_i$ , що забезпечує зв'язок від виконавчого механізму. Наявність жорсткого зв'язку повзуна датчика  $R_p$  з валом двигуна  $M$  забезпечує відповідність кожного положення регулюючого каналу до цілком визначеного положення повзуна датчика  $R_p$ . Статичний регулятор забезпечує стійкість і необхідну швидкодію при регулюванні об'єктів, але з деякою похибкою.

Існують також програмні регулятори (за заданою програмою). Система програмного керування (СПК) поділяється на програмно-шляхове керування (ПШК) і цифрове програмне керування (ЦПК).

## Пристрої й апаратура автоматичного регулювання

САР містить у собі:

1. Вимірювальну ланку - різні типи датчиків, що подають інформацію про досягнення заданого значення контрольованого параметра;
2. Проміжну ланку - для посилення і перетворення сигналу в зручний вигляд керування;
3. Виконавчу ланку - комплекс механізмів, що безпосередньо здійснюють процес керування.

Датчик (або первинний перетворювач) - пристрій, що сприймає контрольовані величини і перетворює їх у величини, зручні для передачі по лініях зв'язку або подальшого перетворення.

### Основні характеристики датчиків

1. Вхідна величина, тобто величина, що сприймається і перетворюється датчиком.

Поділяються на 2 типи:

а) група енергетичних величин, що характеризують інтенсивність протікання процесів або параметри джерел енергії (напруги, переміщення, швидкості);

б) група параметричних величин, що характеризують навантаження (масу, пружність, опір). Характеризують властивості і склад об'єктів.

2. Вихідний сигнал - зміна величини - носія (сили струму, тиску), яка використовується надалі для передачі інформації.

3. Статична характеристика являє собою функціональну залежність, що має вигляд  $Y = SX$  між вимірюваннями вхідних і вихідних величин.

4. Чутливість датчика  $S = y/x$

при  $S \rightarrow \infty$  характеристика приймає релейний характер. Реле - окремий вид датчика, статична характеристика якого стрибкоподібна при зміні вихідної величини  $y$ .

5. Поріг чутливості - мінімальне значення вхідної величини, що викликає зміну вихідного сигналу.

Вимога до датчиків: відповідність у від  $x$ , вибірковість, висока чутливість, стабільність, переважувальна здатність, мала інерційність, стійкість до сторонніх впливів, простота, зручність монтажу й обслуговування.

#### ШЛЯХОВІ ДАТЧИКИ.

Сигнал керування виникає в результаті впливу на датчики деталей, що рухаються, або частин технологічного агрегату.

Найпростіший приклад - датчики механічного типу, що виготовляються у вигляді жорстких і рухомих упорів або кулачків.

Електричні шляхові датчики контактного типу (шляхові вимикачі, перемикачі) призначені для замикання і розмикання електричного ланцюга керування в залежності від пройденого шляху.

Схема простого перемикача  
з самоповерненням

Датчик моментальної дії  
з самоповерненням

Недоліком електронного датчика є швидке зношування контактів або утворення на них оксидних плівок, які погано проводять електричний струм, що приводить до втрати стабільності і зниження точності САП.

#### Електричні безконтактні датчики.

Найбільш поширені індуктивні датчики. Їх використовують як шляхові та кінцеві вимикачі, так і датчики рахунку, зусилля, тиску і товщини. Індуктивні датчики працюють на змінному струмі промислової частоти, забезпечуючи на виході відносно велику керувану потужність і можуть бути з'єднані з логічним елементом без промислового підсилювача. Принцип дії індуктивних датчиків заснований на зміні індуктивності системи під дією вхідної величини (переміщення, зусилля).

Індуктивні датчики бувають:

- зі змінним циклом витків  $w$ ;
- з магнітною проникністю, яка змінюється за допомогою деформації;
- зі змінним опором повітряного зазору  $R\delta$
- з опором магнітодроту, який змінюється за допомогою переміщення екрана або короткозамкненого витка;

Схема увімкнення послідовна

Основної частини індукційного датчика:  
магнітодіт 2 з котушкою 3 і якор 1.

Величина індуктивності системи  $L$  без урахування моментного опору осердя виражається як

$$L = w^2 \cdot s \cdot \mu_0 / \delta; \text{ де } w - \text{число витків, } \delta - \text{зазор, см; } s - \text{площа перерізу осердя, см}^2$$

Недолік - залишився механічний контакт при  $\mu \rightarrow 0$ . Цього недоліку позбавлений БВК - 24, робота якого заснована на використанні генератора релаксаційних коливань із трансформаторним зворотним зв'язком, зібраного на трансформаторі Т.

W1 - первинна обмотка;

W2 - додатний зворотний зв'язок;

W3 - від'ємний зворотний зв'язок.

### **Автоматизація нагрівання заготовок.**

В умовах потокового, багатосерійного і масового виробництва нагрівання штучних заготовок під штампування здійснюється в мех. і. автом. печах типу карусельних, з обертним подом, методичних і напівметодичних і т.п. з різного роду штовхальниками і завантажниками, а також в індукційних нагрівачах і установках для нагрівання методом електроопору.

Основні операції, що підлягають автоматизації:

- подача й укладання заготовок в орієнтованому положенні на поріг завантажувального вікна або стік нагрівального пристрою;
- завантаження заготовок і переміщення їх у нагрівальному пристрої;
- видача заготовок з нагрівального пристрою з контролем їхньої температури і відбраковуванням недогрітих і перегрітих заготовок.

Застосовують різні пристрої, що штовхають і виносять: шибєрні, , роликові подачі з пневмо- і електроприводами.

Для транспортування нагрітих заготовок застосовують сковзала, лотки, конвеєри. Великі заготовки - за допомогою посадкових машин і кранових лещат. Лотки виготовляють з чавунних плит (кут нахилу  $14 \div 40^\circ$ ). Конвеєри в основному ланцюгові, тракові зі швидкістю переміщення 1 м/с.

Для механічного механооперативного транспортування (з одного струмка до іншого і т.д. ) використовують подачі, що штовхають, шибєри, підйомники, кантувачі, грейферні і револьверні подачі, роботи і маніпулятори (з індивід. і залеж. приводом).

### **Змащування й охолодження штамів.**

На штамп наносять мастильний матеріал, що дозволяє зменшити теплообмін між металом, що деформується, і штампом, створює гідродинамічну умову плинності металу, забезпечує зменшення зносу штампа і заповнення його об'єму. При нанесенні змащення прохолоджується штамп. Найбільш часто застосовують суспензії колоїдального графіту в мастилі або у воді. Мастильні застосовують при  $t > 250^\circ\text{C}$ , водяники при  $t < 250^\circ\text{C}$  (співвідношення 1:10, 1:40).

Установки для змащування штамів складаються з ємності для мастильного матеріалу, у якому підтримується рівномірний розподіл графіту за всім об'ємом, системи сопел із трубопроводами і системи керування.

При змащуванні неглибоких порожнин штамів (до 50 мм) сопла можуть стаціонарно кріпитися на штампі. При механізованому змащуванні штампувальник вмикає установку педалью. При автоматичній - сопла кріпляться на захоплювальних органах засобів автоматизації. Перед нанесенням мастильного матеріалу здійснюється здування окалини стискуванням повітря.

Лекція 6.

### **ПРОМИСЛОВІ РОБОТИ**

В даний час в економіці розвинутих країн відбувається інтенсивний процес становлення роботехніки, метою якого є створення і впровадження у виробництво роботів і основних на них робототехнічних схем різного призначення. Виникнувши на основі механіки, кібернетики, електроніки й обчислювальної техніки, робототехніка стимулювала нові напрямки їхнього розвитку. Для механіки це багатоланковий механізм, кібернетично-штучний інтелект, електронно-мініатюрні інтегральні схеми і датчики, для обч. техніки - мікропроцесорні схеми керування.

Робот - універсальний автомат для здійснення механічних дій подібних до людини, покликаний замінити людину, де тяж. , праця, небезпека для здоров'я, у екстремальних середовищах (високий тиск, температура, токсичність, низька температура). Найбільше впровадження роботів одержав у промисловості при масовому виробництві деталей.

Промисловий робот - стаціонарна або пересувна автоматич. машина, що складається з додаткового. пристрою у вигляді маніпулятора, що має кілька ступенів рухливості і перепрограмовального пристрою програмного керування для виконання у виробничому процесі рухових і керуючих функцій.

### **Загальна функціональна схема ПР.**

Маніпулятор - керований пристрій або машина, для виконання рухових функцій, аналогічних функціям руки людини при переміщенні об'єктів у просторі, оснащений робочим органом.

Маніпулятор М пром. робота містить робочий орган у вигляді захоплювального пристрою УЗ, а також механізм (пристрій) для виконання всіх його рухових функцій (підйом, поворот і ін.). Виконавчий механізм ПР із приводом і захоплювальним пристроєм називається рукою маніпулятора Р.

Для переміщення маніпулятора щодо технологічного устаткування застосовують пристрій пересування ПП. Пристрій керування ПК призначено для формування і видачі керуючих дій маніпулятора відповідно до керуючої програми.

Під перепрограмовувальним пристроєм ПРП розуміють такі, котрі забезпечують зміну послідовності і (або) значень переміщень за ступенями рухливості і керуючих функцій за допомогою засобів керування на пульті пристрою керування. Це зміна керуючої програми може бути виконана автоматично або за допомогою людини - оператора.

Пристрій керування містить: пульт керування ПК, за допомогою якого оператор здійснює введення і контроль задачі; запам'ятовуючий пристрій ЗП; обчислювальний пристрій ОП, що реалізує алгоритм керування маніпулятором; блок керування приводами БКП механізмів маніпулятора.

Можливі 2 режими: режим програмування (режим навчання), при якому в ЗП вводиться керована програма і режим виконання технологіч. операцій (режим роботи). Для збору, первісної переробки і передачі в ПК даних про функціонування вузлів і механізмів ПР передбачені інформаційно-вимірювальні засоби.

### Класифікація ПР

1. Покоління: 1) жорстко-програмовані (перше покоління);  
2) адаптовні (друге покоління);  
3) інтелектуальні (третє покоління);  
4) комбіновані.
2. Ступінь спеціалізації: 1) універсальні (багатоцільові)  
2) спеціальні (для виконання однієї визначеної операції)  
3) спеціалізовані (цільові) - для технологічно однорідних або обслуговування широкої номенклатури устаткування.
3. Виконувані функції: - допоміжна;  
- основна;  
- підйомно-транспортна;  
- комбінована.
4. Призначення (область застосування по виду виробництва): лінійне, зварювальне, ковальське, штампувальне, механообробне, складальне, фарбувальне, паяльне і т.д.
5. Спосіб установки: - стаціонарний (вбудовані, самостійні);  
- рухомі, що розміщуються;  
- рухомі підвісні.
6. Вантажопідйомність (до 1 т., 1-10т., 10-200т., >200т.)
7. Система координат: - прямокутна, плоска, просторова;  
- полярна, циліндрична, сферична.
8. Вид приводу: електромеханічний, гідравлічний, пневматичний,
9. Число ступенів рухомості: 2,3,4,>4.

Класифікують також за характеристиками робочої зони швидкості переміщення, похибки позиціонування, вид робочого захоплення (механіч., електромех., вакуумний, ). Вид керування (цикловий, позиційний, контурний, адекватний).

Робоча зона маніпулятора (ПР) - простір, у якому знаходиться його робочий орган при всіх можливих положеннях ланок. Форма робочої зони залежить від числа ступенів рухомості маніпулятора і використовуваної системи координат, у якій здійснюється рух робочого органа. Розмір робочої зони зумовлений діапазоном поступальних і кутових переміщень ланок маніпулятора по окремих ступенях рухомості.

Компонування і конструктивні особливості маніпуляторів залежать від їхнього призначення, що визначаються за наступними ознаками: мобільністю, конструкцією опорної системи, числом рук, числом ступенів свободи і т.д. Для універсальних маніпуляторів число ступенів свободи - 5-6.

Малий час циклу обробки деталей штампуванням висуває підвищені вимоги до швидкодії й універсальності ПР.

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ЗІ ШТУЧНИХ ЗАГОТОВОК

При штампуванні виробів зі штучної заготовки необхідно здійснити безперервну орієнтацію заготовок і періодичну подачу їх у робочу зону штампа.

Розвивається шляхом створення засобів *А.*, що установлюються на пресі, тобто універсальних, і засобів автоматизації, що вбудовуються безпосередньо в інструмент (штамп).

### Класифікація завантажувальних автоматичних пристроїв

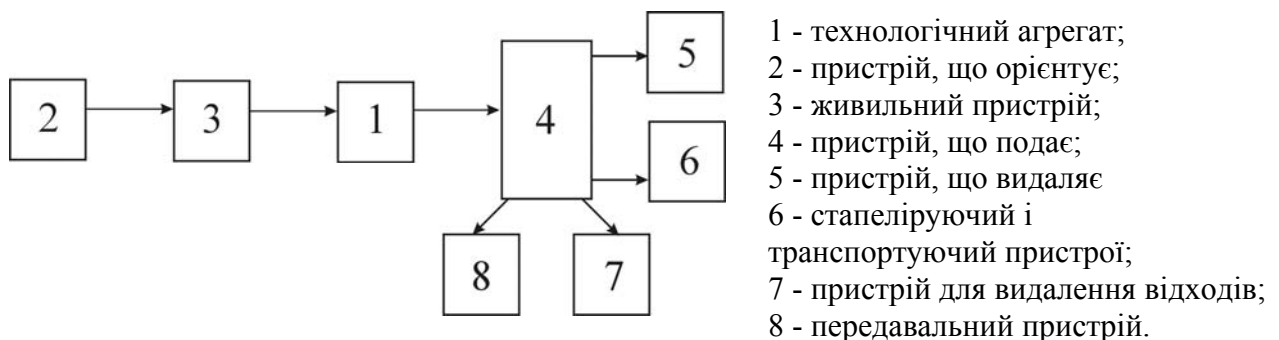
<i>Завантажувальні</i>	<i>Ті, що подають</i>	<i>Ті, що видаляють</i>	<i>Стapelіруючі</i>	<i>Транспортуючі</i>
Бункери, магазини	Живильники, Шиберні, Револьверні, Грейферні, Комбіновані, Механічні руки	Скидачі, Пристрої, що виносять	Склизи, Стрижні, Касета з підйомним механізмом	Жолоби, Схили, Транспортери, Вібраційні лотки

Завантажувальні пристрої призначені для завантаження живильника заготовками в орієнтованому положенні.

Пристрої, що подають - подача заготовок у робочу зону штампа.

Транспортуючі пристрої - для зв'язку між автоматизованими пристроями і транспортування відштампованих виробів з робочої зони штампу.

### Структурна схема автоматизованого багатопередатного штампа



### 1. Завантажувальні пристрої

Розділяють на бункери і магазини.

Бункери забезпечують захоплення заготовок із загальної маси заготовок, орієнтування в просторі і видачу їх за заданою програмою: поштучно, групами, потоком.

Бункери називають автоматичними захоплювально-орієнтовними пристроями (АЗОП).

# БУНКЕРИ

з захопленням і орієнтацією  
поштучно

гачкові  
карманчиковые  
(с нахилом, вертикальні)  
зубчасті

з захопленням і орієнтацією  
групами

щільні  
секторні  
ножеві  
з рухомими напіввтулками  
із щітками  
з лопатами

з захопленням і орієнтацією  
потокот

Вібраційні

Магазини призначені для накопичення в один ряд певної кількості заготовок, що в орієнтованому положенні переміщуються до живильника під дією сили тяжіння або примусово. Поділяються на трубчасті (прямі і вигнуті), лоткові, касетні.

Лотки бувають: відкриті, напіввідкриті, закриті.

Продуктивність бункера ( $Q$  шт/хв) визначається за формулою:

$$Q = a_1 * a_2 * n * \eta$$

$a_1$  - кількість паралельних рядів захоплюючих вузлів;

$a_2$  - кількість заготовок, захоплюваних за один робочий цикл захоплюючим вузлом;

$n$  - число робочих циклів (обертів, ходів) на хвилину;

$\eta$  - коефіцієнт віддачі буферного пристрою;

$$\text{при } a_2 = 2 * \pi * R / t \quad \text{і} \quad n = 30 * V / \pi * R$$

одержуємо

$$Q = a_1 * 60 * V * n / t$$

$R$  - радіус загарбного вузла;

$t$  - відстань (крок) між осями елементів захоплюючого вузла;

$V$  - окружна швидкість захоплюючих вузлів, мм/с.

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$$

де  $\eta_1 = Q_{\text{зах}} / Q_{\text{теор}}$  - ймовірність захоплення;

$\eta_2 = Q_{\text{дп}} / Q_{\text{зах}}$  - ефективність процесу захоплення й орієнтації, яка залежить від вузлів, що орієнтують;

$Q_{\text{дп}}$  - кількість заготовок, що пройшли через приймач за один цикл;

$\eta_4 = (t_{\text{роб}} - t_{\text{зун}}) / t_{\text{роб}}$  - втрати на простоювання бункера.

$Q_{\text{бункера}} > \text{продуктивність технологічног устаткування на } 5 \div 25\%$ .

Робочий об'єм  $V$  (мм<sup>3</sup>), що забезпечує безперервність роботи протягом призначеного часу:

$$V = (1/K_1) * V_0 * Q * t_{роб}$$

$K_1$ -коефіцієнт заповнення об'єму чаші бункера;

$V_0$ -обсяг однієї заготовки;

$t_{роб}$  - час роботи бункера без додаткового завантаження.

## 2. Живильні пристрої

Забезпечують подачу орієнтованої заготовки з позиції завантаження на робочу позицію штампування.

### Типи пристроїв, що подають

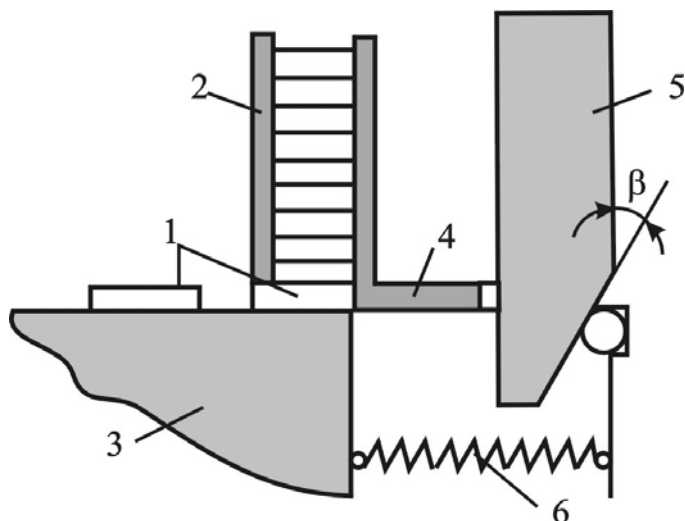
Тип	Характеристика заготовки, мм	Рух	Привод	Max. переміщення
шиберна	плоскі $s > 0.5$ порожні $> 100$ max Д 250	прямолінійний	повзун індивід.	150 300
грейферна	плоскі $s > 0.5$ об'ємні будь-які	прямолінійний	повзун вал індивід.	100 250 1000
револьверна	плоскі $s > 0.5$ об'ємні $< 120$	по дузі окружності	повзун вал індивід.	100 200 300
механічна рука	$s > 0.5$ будь-які	по складній траєкторії в одній площині	повзун індивід.	150 200
маніпулятор	будь-які	у будь-якій площині	індивід.	$< 500$

## Шиберні подачі

Застосовують в однопозиційному і комбінованому штампах, коли напрямок переміщення заготовки збігається з напрямком руху органу, який захоплює.

Обов'язкова умова - наявність площини, по якій переміщення заготовки регламентоване ГОСТ 15824-81.

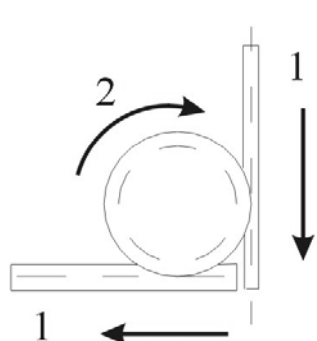




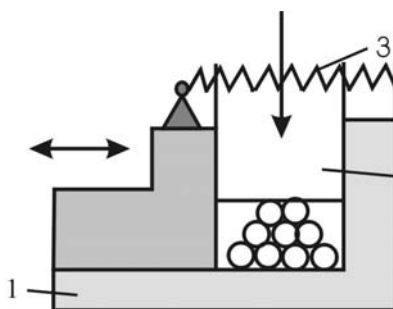
- 1 – заготовки;
- 2 – магазин;
- 3 – площина руху заготовок;
- 4 – рухливий шибєр;
- 5 – клиновий механізм;
- 6 – пружина.

Робота шибєрної подачі залежить від якості вихідної заготовки (від площин, задирок).

Приклади приводів:



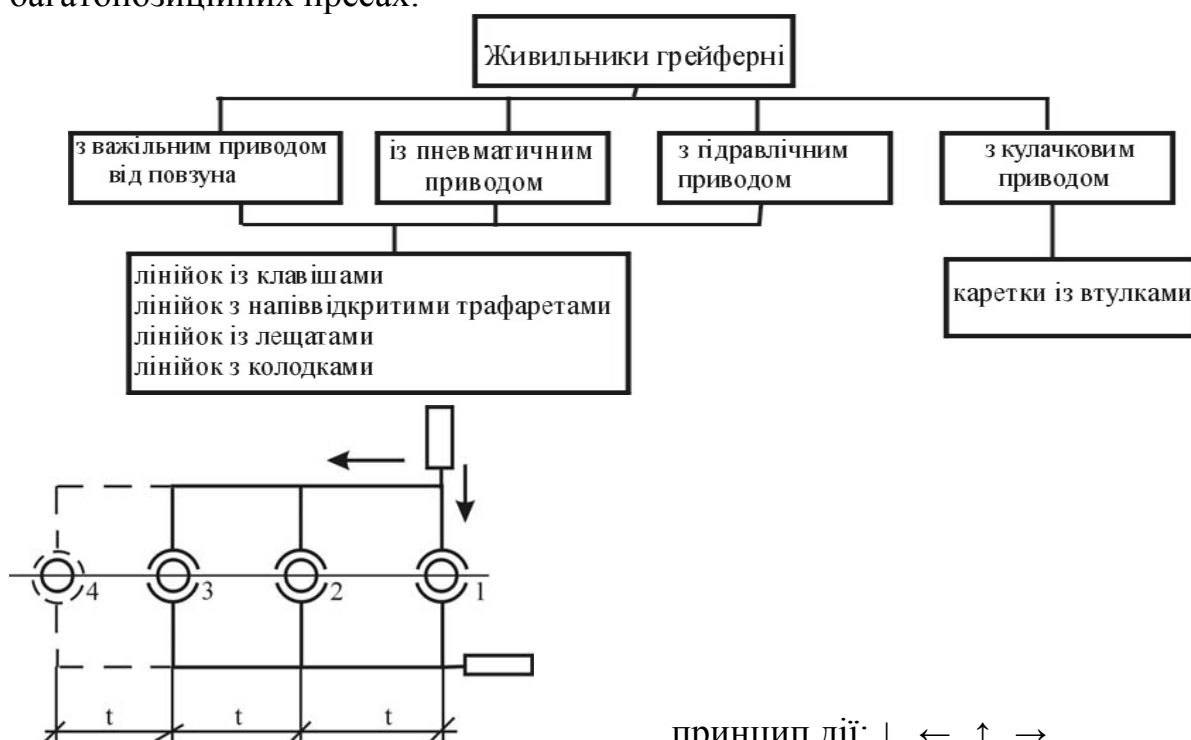
- 1 – рейка;
- 2 – зубчасте колесо.



- 1 – шибєр;
- 2 – шток, що штовхає;
- 3 – пружина;
- 4 – ролики.

## Грейферні подачі

Застосовують у багатосерійному, масовому виробництві в багатопозиційних пресах.



принцип дії: ↓, ←, ↑, →