

## Тема: Пружні елементи. Заспокоювачі

План:

- 1 Пружні елементи: класифікація, призначення
- 2 Пружинні елементи
- 3 Заспокоювачі

### 1 Пружні елементи: класифікація, призначення

Пружними елементами називають деталі машин, робота яких заснована на здатності змінювати свою форму під впливом зовнішнього навантаження і відновлювати її в первісному вигляді після зняття цього навантаження.

У технічних пристроях використовується велика кількість різних пружних елементів, але найбільш поширені наступні три типи елементів, виконаних як правило з металу:

**Пружини** (рис. 1, а ... м) - пружні елементи, призначені для створення (сприйняття), зосередженого силового навантаження.

**Торсіони** (рис. 1, н) - пружні елементи, виконані зазвичай у формі валу і призначені для створення (сприйняття), зосередженого навантаження від моменту.

**Мембрани** - пружні елементи, призначені для створення (сприйняття), розподіленого по їх поверхні силового навантаження (тиску).

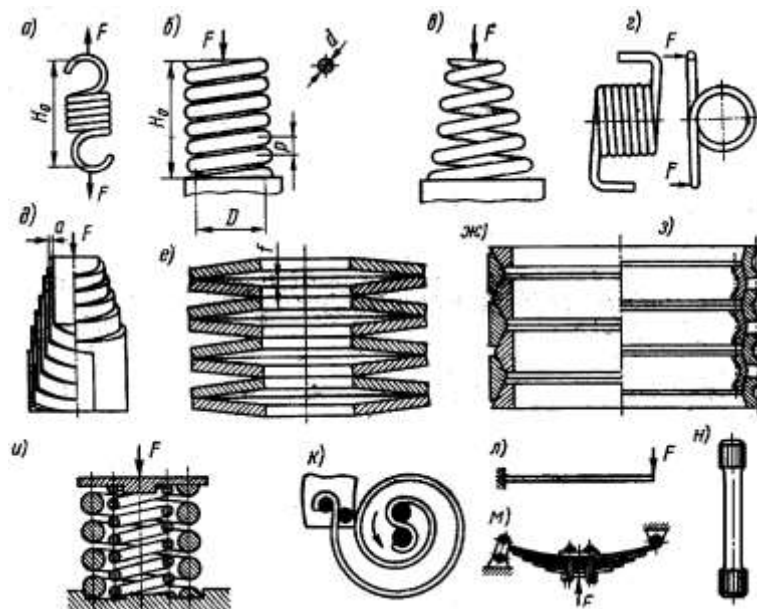


Рисунок 1 - Деякі пружні елементи машин: гвинтові пружини - а) розтягнення, б) стиснення, в) конічна стиснення, г) кручення; д) телескопічна стрічкова пружина стиснення; е) набірна тарілчаста пружина; ж, з) кільцеві пружини; у) складова пружина стиснення; к) спіральна пружина; л) пружина вигину; м) ресора (набірна пружина вигину); н) торсіонний валик.

Пружні елементи в машинах і механізмах можуть виконувати такі функції:

1 Кулачкові механізми, муфти фрикційні, кулачкові та ін, стопори, засувки і т.п.) - створювати постійно діючі зусилля (моменти), що необхідні для силового замикання кінематичних пар;

2 забезпечувати безззорність в кінематичних парах механізмів з метою підвищення їх кінематичної точності (наприклад, в складових зубчастих колесах приладів);

3 охороняти механізми від впливу надмірних навантажень при ударах і вібраціях (пружини, ресори, амортизатори);

4 накопичувати енергію в процесі деформації під дією зовнішнього навантаження і віддавати її для роботи механізмів в процесі відновлення вихідної форми (годинна пружина в механічному годиннику, бойова пружина стрілецької зброї);

5 Виконувати перетворення сили в переміщення при використанні в якості чутливих елементів приладів (ваговимірювальні прилади, прилади вимірювання тиску, вакуумметри і т.п.)

#### Класифікація пружних елементів:

- за видом створюваного (сприйнятого) навантаження: силові (пружинні, амортизатори, демпфери) - сприймають зосереджену силу; моментні (моментні пружини, торсіони) - зосереджений момент, що крутить (пару сил); сприймають розподілене навантаження (мембрани тиску, сильфони, трубки Бурдона і т.п.).

- за видом матеріалу, що використовується для виготовлення пружного елемента: металеві (сталеві, сталеві нержавіючі, бронзові, латунні пружини, торсіони, мембрани, сильфони, трубки Бурдона) і неметалеві, виготовлені з гум і пластмас (демпфери і амортизатори, мембрани).

- за видом основних напружень, що виникають в матеріалі пружного елемента в процесі його деформації: розтягнення-стискання (стрижні, дроти); кручення (гвинтові пружини, торсіони); вигину (пружини вигину, ресори).

- залежно від взаємозв'язку навантаження, що діє на пружний елемент, з його деформацією: лінійні (графік навантаження-деформація являє пряму лінію) і нелінійні (графік навантаження-деформація непрямолінійні).

- залежно від форми і конструкції: пружини, циліндричні гвинтові, одно-і багатожильні, конічні гвинтові, бочкоподібні гвинтові, тарілчасті, циліндричні прорізні, спіральні (стрічкові і круглі), плоскі, ресори (багатошарові пружини вигину), торсіони (пружинні вали), фігурні і т.п.

- залежно від способу виготовлення: виті, точені, штамповані, складальні і т.п.

Пружні елементи знаходять дуже широке застосування в різних областях техніки. Їх можна виявити і в авторучках, якими ви пишете конспекти, і в стрілецькій зброї (наприклад, бойова пружина), і в МГКМ (клапанні пружини двигунів внутрішнього згоряння, пружини в муфтах зчеплення і головних фрикціонах, пружини тумблерів і перемикачів, гумові кулаки в обмежниках повороту балансирів гусеничних машин і т.д. і т.п.).

У військовій техніці поряд з циліндричними гвинтовими одножильний пружинами розтягування-стиснення широке поширення мають моментні пружини і торсіонні вали.

## 2 Пружинні елементи

У машинобудуванні найбільшого поширення набули гвинтові одножильні пружини, виті з дроту - циліндричні, конічні і бочкоподібні. Циліндричні пружини мають лінійну характеристику (залежність сила-деформація), дві інші - нелінійну.

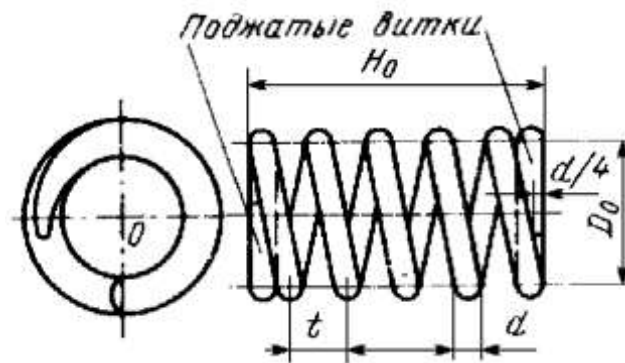


Рисунок 2 - Циліндрична пружина стискування

Циліндричні пружини виготовляються, як правило, методом навивання дроту на оправку. При цьому пружини з дроту діаметром до 8 мм навиваються, як правило, холодним способом, а з дроту (прутка) більшого діаметру - гарячим способом, тобто з попереднім підгрівом заготовки до температури пластичності металу. Пружини стиску навиваються з необхідним кроком між витками. При навивання пружин розтягування дроті зазвичай надається додаткове осьове обертання, що забезпечує щільне прилягання витків один до одного. При такому способі навивки між витками виникають сили стиснення, що досягають до 30% від максимально допустимого значення для даної пружини. Крайні (опорні) витки пружин стиснення (рис. 2). зазвичай підтискаються і зшліфуються, щоб отримати пласку, перпендикулярну поздовжньої осі пружини, опорну поверхню, що займає не менше 75% кругової довжини витка. Після обрізки в потрібний розмір, підгинання і відшліфовки кінцевих витків пружини піддаються стабілізуючому відпалу.

Найбільша кількість пружин виготовляють з високо вуглецевих та легованих сталей із вмістом вуглецю 0,5 ... 1,1%. Модуль пружності пружинних сталей  $E = (2,1 \dots 2,2) \cdot 10^5$  МПа, модуль зсуву  $G = (7,6 \dots 8,2) \cdot 10^4$  МПа.

Для виготовлення пружин, що працюють в агресивному середовищі, що викликає корозію вуглецевих сталей застосовують нержавіючі сталі, або сплави на основі міді. Модуль пружності сплавів на мідній основі

$$E = (1,2 \dots 1,3) \cdot 10^5 \text{ МПа, модуль зсуву } G = (4,5 \dots 5,0) \cdot 10^4 \text{ МПа.}$$

**3 Заспокоювач** призначається для прискорення процесу загасання коливань рухливої частини приладу, виведеної з рівноваги.

Момент заспокоєння , 
$$M_z = P \frac{d\alpha}{dt}$$

де  $P$  — коефіцієнт заспокоєння, що залежить від типу і конструкції заспокоювача;  $da/dt$  — кутова швидкість переміщення рухливої частини.

Найбільше поширені магнітоіндукційні, повітряні і рідинні заспокоювачі, за допомогою яких час заспокоєння скорочується до 3÷4 с.

**Магнітоіндукційне заспокоєння** створюється при русі металевих неферомагнітних деталей рухливої частини в магнітному полі постійного магніта (чи електромагніта). Момент заспокоєння створюється при цьому в результаті протидії магнітних полів магніту і вихрових струмів, що виникають у металевих деталях, що рухаються. Конструктивно магнітоіндукційний заспокоювач складається з гальмового магніту і крила, яке переміщається в його робочому зазорі і виконується звичайно з алюмінію. Замість крила можуть використовувати короткозамкнутий виток. Магнітоіндукційні заспокоювачі відрізняються простотою конструкції, зручністю регулювання і застосовуються в тих випадках, якщо поле гальмового магніту не впливає на покази приладів.

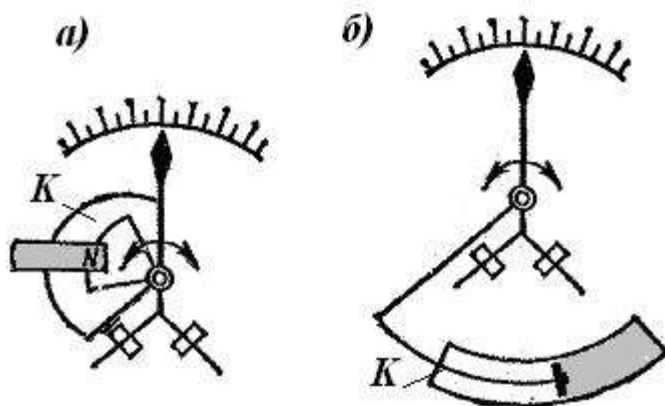


Рисунок 3 – Заспокоювачі.  
а — магнітоіндукційний; б — повітряний.  
N – магніт; K – крило.

**Повітряний заспокоювач** складається з камери і легкого (як правило алюмінієвого) крила, що жорстко закріпленого на осі рухливої частини і знаходиться усередині камери. Між крилом і стінками камери є зазор 0,1—0,02 мм. При обертанні осі крило переміщується всередині камери, у якій через малість зазору є різниця тисків. Це перешкоджає швидкому і вільному переміщенню рухливої частини та викликає її заспокоєння. Повітряні заспокоювачі не містять джерел електричних чи магнітних полів, що є їхньою

перевагою у порівнянні з магнітоіндукційними заспокоювачами, але вони відносно складні конструктивно і малонадійні.

**Рідинне заспокоєння** створюється конструктивно різними способами, вибір яких визначається необхідним ступенем заспокоєння, призначенням і конструкцією вимірювального механізму, умовами експлуатації й іншими причинами. В осцилографічних гальванометрах з рідинним заспокоєнням у рідині міститься вся рухлива система. Для ряду приладів на розтяжках у рідині знаходиться тільки частина розтяжки, що на визначеній ділянці охоплюється, наприклад, спіралькою, заповненою рідиною (поліметилсиліксановою) з великою в'язкістю. Слід зазначити, що рідинне заспокоєння має відомі переваги перед іншими способами заспокоєння. Одне з головних його переваг полягає в тому, що рідинне заспокоєння робить гальмуюча дія при русі рухливої частини у всіх напрямках, що використовується для підвищення вібростійкості ряду приладів.

#### **Питання для самоконтролю:**

- 1 Пружні елементи, які виконані зазвичай у формі валу і призначені для створення – сприйняття зосередженого навантаження від моменту, називаються ....
- 2 Пружні елементи, які призначені для створення або сприйняття розподіленого по їх поверхні силового навантаження (тиску), називаються ...
- 3 Яке навантаження сприймають пружини?
- 4 Які функції можуть виконувати пружинні елементи в машинах?
- 5 Які види напружень виникають в пружних елементах?
- 6 Назвіть переваги магнітоіндукційних заспокоювачів
- 7 Недоліки повітряних заспокоювачів
- 8 Переваги рідинних заспокоювачів.