

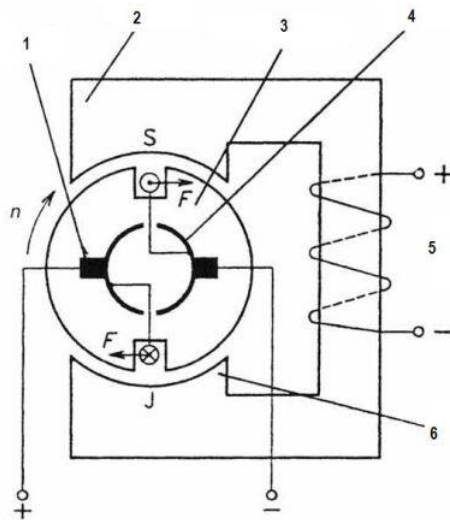
Akčné členy - aktuátory

Elektrické motory

Z oblasti aktuátorov je najbežnejším druhom v automatizácii niektorý z elektrických motorov - pohonov. Obyčajne ich môžeme rozdeliť na rotačné a lineárne. Ak hovoríme dnes o motoroch, máme často na mysli predovšetkým riadené pohony/motory. Charakteristickým znakom týchto zariadení je možnosť vyššieho typu komunikácie, napr. analógovým výstupom alebo sériovým dátovým rozhraním (RS-232C, RS-485), pomocou ktorého môže systém automatického riadenia nastaviť otáčky, polohu, uhlové zrýchlenie a ostatné parametre chovania sa pohonu.

Kapitola: Elektrické motory

Jednosmerné motory (1/2)



Jednosmerný motor. Komentár k obrázku: 1 – kefka, 2 – stator, 3 – rotor (kotva), 4 – komutátor, 5 – budiace vinutie, 6 – hlavný pól.

Jednosmerný motor sa skladá zo statora (pevná, nepohyblivá časť stroja), na ktorom sú umiestnené hlavné póly s budiacim vinutím a pomocné póly, umiestnené medzi hlavnými pólmi, pre zlepšenie komutačných vlastností. Rotor (pohyblivá časť, nazývaná kotvou), otáčajúci sa v magnetickom poli, je zložený z plechov a v ich drážkach je umiestnené vinutie. Jednotlivé cievky vinutia rotora sú pripojené k medeným, vzájomne izolovaným, lamelám komutátora. Na komutátor dosadajú kefky umiestnené v špeciálnych držiakoch, ktorými sa privádza prúd do vinutia rotora.

Mechanický komutátor zabezpečuje optimálnu polohu magnetických polí v motore pri každom zaťažení a rýchlosti, lebo riadi napájanie cievok rotora podľa jeho polohy. Motor sa rozbehne už pri pripojení jednosmerného napätia. Pri otáčaní rotora sa napätie na kefkách komutátora pripája k tým cievkam rotora, ktoré vytvárajú magnetické pole so smerom optimálnym pre vznik krútiaceho momentu. Najväčší prúd tečie do cievok rotora v kľude, keď na rotor pôsobia najväčšie magnetické sily a motor realizuje veľký záberový moment. Naproti tomu v rýchle sa otáčajúcom rotore sa indukuje napätie znižujúce prúd tečúci do cievok rotora a krútiaci moment s rastúcimi otáčkami klesá. Motor s touto momentovou charakteristikou ľahko prekonáva premenlivé zaťaženie.

Synchrónne motory



Synchrónny motor

Základnou vlastnosťou synchrónneho motora je zhoda otočiek rotora s magnetickým poľom statora. Striedavý prúd vo vinutí statora (jedno alebo trojfázový) generuje statorové točivé magnetické pole. Rotor môže byť z permanentného magnetu so striedavo usporiadanými pólmi po obvodu alebo má vinutie napájané z jednosmerného zdroja (budiča) a tvorí elektromagnet. Nabudený synchrónny motor sa po priamom pripojení na striedavú sieť sám neroztočí. Trojfázový striedavý prúd statora vytvorí točivé magnetické pole, ktoré sa otáča rýchlosťou danou frekvenciou napájacej siete a počtom pólov motora. Rotorom, ktorý stojí, prechádza jednosmerný prúd a teda budí stacionárne magnetické pole. Vzájomným pôsobením týchto dvoch polí dochádza k silovému pôsobeniu poľa statora na pole rotora. Orientácia tejto sily sa však mení s rýchlosťou otáčania točivého poľa statora. To znamená, že rotor synchrónneho motora je vystavený striedavému pôsobeniu ťažnej sily v opačných smeroch. Rotor sa teda vzhľadom ku svojej hmote nemôže sám rozbehnúť a musí sa použiť rozbehové zariadenie. Ak sa však roztočí rotor na synchrónnu rýchlosť alebo aspoň na rýchlosť blízku synchrónnej a pripojí sa následne k sieti, bude sa motor otáčať synchrónnou rýchlosťou aj po odpojení rozbehového zariadenia. V poslednom období s prudkým rozvojom výkonovej elektroniky, ktorý umožnil vznik nových typov elektrických pohonov, našli synchrónne motory uplatnenie v oblasti priemyselnej automatizácie a robotiky.

Krokové motory (1/4)



Krokový motor

Úvod

Vzhľadom na rozvoj číslicovej techniky a s tým súvisiaceho spracovania digitálnej informácie sa rozširuje použitie tzv. krokových motorov, ktorých uhol natočenia hriadeľa je daný počtom impulzov privedených na riadiace vinutie. Charakteristickým znakom je preto nespojitý pohyb hriadeľa, daný uhlovými skokmi = krokmi, ktoré sú odozvou rotora na jeden riadiaci impulz.

Princíp krokového motora

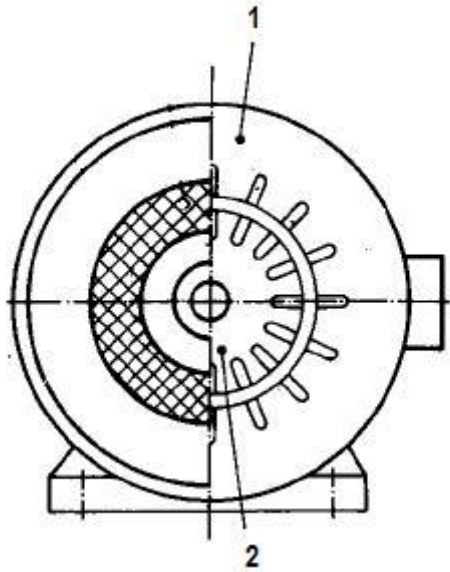
Prúd prechádzajúci cievkou statora vytvorí magnetické pole, ktoré pritiahne opačný pól magnetu rotora. Vhodným zapojovaním cievok dosiahneme vytvorenie rotujúceho magnetického poľa, ktoré otáča rotorom. Podľa požadovaného krútiaceho momentu, presnosti nastavenia polohy a prípustného odberu volíme niektorý z variantov riadenia. Kvôli prechodovým magnetickým javom je obmedzená rýchlosť otáčania motora a to na niekoľko stoviek krokov za sekundu (závisí od typu motora a zaťaženia). Po prekročení tejto maximálnej rýchlosti (alebo pri príliš veľkej záťaži) motory začínajú strácať kroky.

Metódy riadenia krokových motorov

Pri unipolárnom riadení s jednou fázou sa budí v danom okamžiku iba jedna cievka. Motor s týmto budením má najmenší odber, ale tiež poskytuje najmenší krútiaci moment. Pri riadení s dvomi fázami sa budia súčasne dve susedné cievky. Pri tomto riadení získavame vyšší krútiaci moment voči riadeniu jednofázovému. Oba spôsoby sa nazývajú "štvortaktné". Zlúčením oboch štvortaktných spôsobov vznikne "osemtaktné" riadenie.

Pri bipolárnom riadení prechádza prúd vždy dvomi protíahľými cievkami. Tie sú zapojené tak, že majú navzájom opačne orientované magnetické pole. Motor v tomto režime poskytuje väčší krútiaci moment, ale za cenu vyššej spotreby.

Asynchrónne motory (1/2)



Asynchrónny motor. Komentár k obrázku: 1 – stator, 2 – rotor.

Princíp činnosti asynchrónneho motora je založený na vzájomnom elektromagnetickom pôsobení točivého magnetického poľa statora a prúdov vytvorených vo vinutí rotora týmto magnetickým poľom.

Asynchrónny motor je teda založený na indukcii napätia a prúdu v rotore, a preto sa tiež nazýva indukčným motorom. Točivé magnetické pole sa pri asynchrónnom motore vytvorí vo vinutí statora (pevná nepohyblivá časť), ktoré je najčastejšie realizované ako trojfázové, kde vinutia jednotlivých fáz sú priestorovo natočené o 120° .

Hydraulické pohony (1/2)

Počiatkové obdobie využívania hydraulických mechanizmov/pohonov je spojené predovšetkým s konštrukciami hydraulických lisov. Hydraulika historicky zohrala nezastupiteľnú úlohu v ovládacích systémoch lietadiel a rýchle sa rozšírila aj v konštrukciách rôznych strojov. V šesťdesiatych rokoch to boli predovšetkým hydraulické mechanizmy, ktoré sa uplatnili pri vytváraní prvých konfigurácií priemyselných robotov. V súvislosti s konštrukciami robotov sa výhodne uplatnila možnosť priamej realizácie priamočiarych pohybov s požadovanými parametrami bez nutnosti zaradenia mechanického transformačného bloku. Modifikované usporiadanie pohonu s výkyvne uloženým priamočiarym motorom by umožnilo jednoducho vyrobiť kývavý pohyb, čo je predpoklad pre stavbu sférických, príp. cylindrických polohovacích štruktúr. Hydraulické mechanizmy majú veľkú zásluhu na úspechu prvých robotov. Išlo o typy Umimate (1961) so sférickou kinematickou štruktúrou, ktoré boli na začiatku sedemdesiatych rokov v rámci licencie vyrábané aj v Japonsku a sú považované za počiatok nielen výroby, ale aj samostatného vývoja robotov v tejto ázijskej krajine. Vďaka malým rozmerom hydraulických prvkov a možnosti priameho spojenia s výstupmi pohybových jednotiek bez prevodu boli hydraulické mechanizmy dlho používané aj v konštrukciách robotov pre striekanie farieb.

Trendom vývoja hydraulických mechanizmov je rast rozsahu funkčnej integrácie v rámci štandardných komponentov a približovanie elektroniky k výkonovému prvku, t.j. motoru.

Silnou stránkou hydrauliky zostáva veľký stupeň koncentrácie výkonu na jednotku hmotnosti a objemu konštrukcie prvkov. Spoločným stále aktuálnym problémom oboch kategórií tekutinových mechanizmov je zvyšovanie ich účinnosti cestou spresňovania výroby, technologickými zásahmi v smere znižovania pasívnych odporov pohyblivých častí prvkov a hľadáním nových princípov činnosti prvkov. Jedným zo sledovaných vývojových smerov je zvyšovanie úrovne štandardizácie a modularity stavebných komponentov.

Už zmienenou výhodou hydraulických systémov je veľká prestavná sila (t.j. sila, ktorú je mechanizmus schopný vyvinúť pri svojom pohybe), ktorá sa používa v tých prípadoch, kedy by pneumatické systémy nepripadali do úvahy. Veľmi známe a viditeľné použitie hydraulických prvkov je v stavebnej mechanizácii, v poľnohospodárskych strojoch a v priemyselnej praxi, potom v zariadeniach, ktoré pracujú s veľkými hmotnosťami (napr. lisy, zariadenia v kameňolomoch, banské mechanizmy atp.). Okrem týchto uvedených aplikácií sú hydraulické prvky použité napr. aj v testovacích zariadeniach tak, ako na nasledujúcom obrázku, kde je hydraulicky ovládaný trhací stroj na kontrolu pevnosti materiálu.

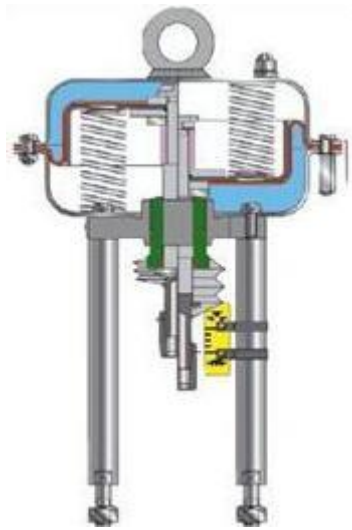


Hydraulicky ovládaný stroj na kontrolu pevnosti materiálu

Pneumatické pohony

Pneumatické pohony sú veľmi dlhú dobu súčasťou komplexných automatizovaných úloh a je dobrý predpoklad, že nimi zostanú aj do budúcnosti, pretože aj napriek nahradzovaniu ich funkčnosti elektrickými pohonmi, sú pre mnoho oblastí niektoré ich vlastnosti nenahraditeľné. Následne si preto uvedieme ich základné parametre a spôsoby použitia, aby si čitateľ mohol o tejto oblasti urobiť základný prehľad.

Konštrukcia



Pneumatický pohon P1/R1

Podľa konštrukcie sa pneumatické pohony delia na membránové a piestové. Membránové pohony sa najčastejšie používajú pre lineárne ovládanie regulačných sedlových ventilov. Otočné typy sú určené na ovládanie regulačných rotačných armatúr alebo klapiek.

Ovládacia sila pneumatických pohonov sa pohybuje v rozsahu od 0,5 kN až do 90 kN. Takéto pohony majú iba jednočinnú funkciu, čo znamená, že tlak ovládacieho média pôsobí proti pružine. Uvedené konštrukčné prevedenie umožňuje aplikovať tieto akčné členy aj ako havarijné pohony, pretože v prípade straty tlaku ovládacieho média dokáže presunúť uzatvárací orgán podľa funkcie pohonu do nastavenej polohy. Podľa umiestnenia pružín v klobúku pohonu sa vyrábajú pneumatické pohony s nasledujúcou funkciou:

- funkcia priama (NO - normal open) - pohony typu P, P1, bez tlaku ovládacieho média otvárajú;
- funkcia nepriama (NC - normal closed) - pohony typu R, R1, bez tlaku ovládacieho média uzatvárajú.

V prípade chybnjej špecifikácie funkcie pohonu je možné funkciu jednoducho zmeniť. Je treba si ale uvedomiť, že pri prechode z priamej funkcie NO na nepriamu NC je nutné doplniť alebo zmeniť rozsah pružín, poprípade nastaviť predpätie pružín podľa požadovanej uzatváracie sily. Vzhľadom na použitú konštrukciu je vhodné používať membránové pohony na ovládanie regulačných armatúr bez obmedzenia počtu cyklov. Piestové pohony sa najčastejšie dodávajú ako otočné akčné členy na ovládanie armatúr, ako sú guľové kohúty, uzatváracie alebo regulačné klapky prípadne rotačné regulačné ventily.

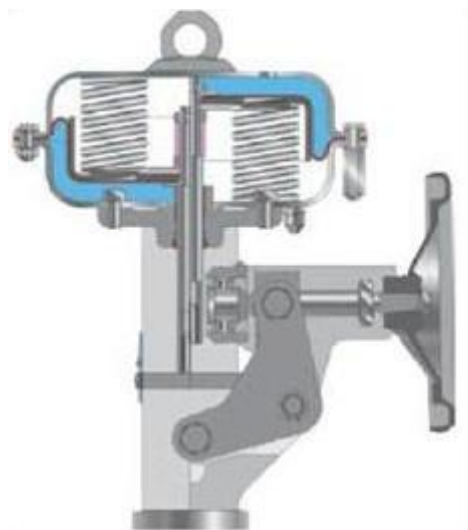
Krútiace momenty týchto pohonov sa rádovo pohybujú od 8 Nm až do 120 000 Nm. Ďalej sa dodávajú ako lineárne pohony pre ovládanie uzatváracích armatúr napr. posúvačov, uzatváracích sedlových ventilov atď.

Prístrojový vzduch pneumatických pohonov

Na ovládanie pneumatických pohonov sa najčastejšie používa prístrojový vzduch (niekedy tiež dusík) upravený podľa ISO 8573 s triedou kvality 3 pre obsah nečistôt ≤ 5 mm a s triedou kvality 2 pre množstvo oleja $0,1 \text{ mg/m}^3$, ktorý má byť vymrazený najlepšie na -20 °C pri tlaku $0,7 \text{ MPa (g)}$. Pre piestové pohony platí ISO 8573, trieda kvality 5 a obsah nečistôt ≤ 40 mm alebo trieda kvality 3 pre množstvo oleja 1 mg/m^3 . Pri membránových pohonoch je možné prístrojový vzduch nahradiť zemným plynom prípadne inými plynmi (na žiadosť). Napájací tlak pri membránových pohonoch sa pohybuje od $0,14 \text{ MPa (g)}$ do $0,6 \text{ MPa (g)}$.

Zdrojom stlačeného vzduchu sú väčšinou kompresorové stanice alebo jednotlivé kompresory. Ak je nasadenie pneumatických prvkov väčšie a výroba stlačeného vzduchu je riešená komplexne, potom sú súčasťou kompresorových staníc ďalšie zariadenia na úpravu parametrov dodávaného stlačeného vzduchu. Vzhľadom k tomu, že výroba stlačeného vzduchu je veľmi nákladná, je dobré venovať jej príslušný dôraz, lebo je tu možné dosiahnuť významné úspory.

Ovládanie pneumatických pohonov



Pneumatický pohon P/R

Ovládacie prvky pre pneumatické pohony možno rozdeliť do dvoch kategórií podľa použitia. Pre funkciu P - uzatváracie sa najčastejšie používajú solenoidové (cievkové) ventily vrátane tlmiča hluku. Pre funkciu R - regulačné sa aplikujú pneumatické korektory s unifikovaným tlakovým signálom 20 až 100 kPa (g) , ktoré sa v súčasnej dobe už vyskytujú iba zriedka. Najčastejšie sa aplikujú elektropneumatické polohovacie prvky s unifikovaným riadiacim signálom 4 až 20 mA . Tieto korektory sú montované priamo na pneumatickom pohone a zákazník sa pripojí iba ovládacím signálom a zdrojom prístrojového vzduchu. Vzhľadom k obrovskému pokroku v oblasti polohovacích zariadení je k dispozícii mnoho možností ovládania s komunikáciou prostredníctvom protokolu HART alebo Profibus. Tieto zariadenia v spojení s havarijnou funkciou prinášajú maximálny komfort pri regulácii technologických procesov. Zmienené zariadenia sa dodávajú aj ako iskrovo bezpečné alebo v pevnom uzávere.

Mimochodom

Vedeli ste, že riadiace systémy odolné proti elektromagnetickému impulzu (napr. pri výbuchu atómovej bomby) boli kedysi konštruované ako mikrofluidické? (T.j., že riadenie bolo realizované pomocou logiky realizovanej usmerňovaním plynov na malom “čipe”). Viete, kde sa tento prístup objavuje znova? (V mikromechanike pri konštrukcii malých lekárskych prístrojov).