

Beamex

Calibration White Paper

www.beamex.com
info@beamex.com



Kalibrácia tlakových spínačov

Kalibrácia tlakových spínačov

Tlakové spínače sú veľmi častým prístrojom v procesnom priemysle a k dispozícii sú rôzne druhy tlakových spínačov. Rovnako ako ďalšie prístroje, aj tlakové spínače musia byť kalibrované, aby sa zabezpečila ich presnosť a spoľahlivosť. Kalibrácia spínačov je o niečo ťažšia ako kalibrácia meracích prevodníkov. Nesprávny spôsob kalibrácie môže spôsobiť veľa chýb vo výsledku kalibrácie. V tomto článku sa pozrieme na to, ako správne kalibrovať tlakové spínače.

Predtým, ako sa pustíme do procesu kalibrácie, prediskutujeme niektoré základné charakteristiky a terminológiu tlakových spínačov.

Ako funguje tlakový spínač?

Stručne povedané, tlakový spínač je zariadenie, ktoré meria tlak a má naprogramovanú funkciu elektrického spínača, ktorý pracuje pri určitom tlaku.

Napríklad môže byť nastavený tak, že keď nie je pripojený žiadny tlak (spínač je otvorený do atmosféry) spínač je zopnutý, ale keď tlak presiahne 70 kPa, spínač sa otvorí. Opäť, keď tlak klesne pod 70 kPa spínač sa zatvorí.

Terminológia tlakových spínačov

Najskôr veľmi stručne o súvisiacej terminológii:

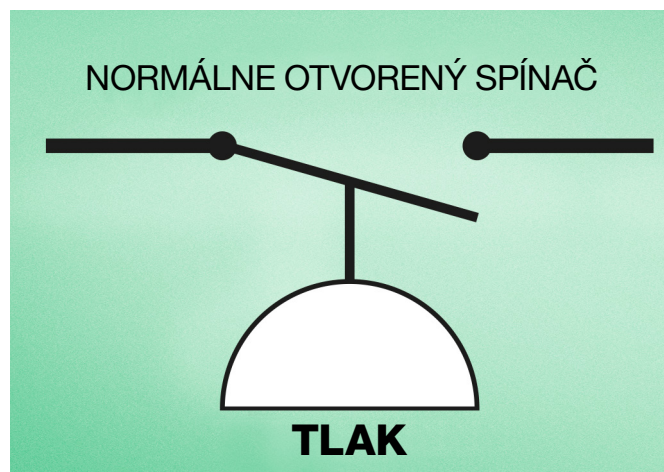
Normálne otvorený / normálne zatvorený

Niektoré spínače majú svorky spínača otvorené, keď nie je pripojený tlak, nazývajú sa **normálne otvorené (NO – Normally-Open)**. Opačom sú **normálne zatvorené (NC – Normally-Closed)** spínače. Výber závisí od toho, aký obvod chcete ovládať zvoleným spínačom.

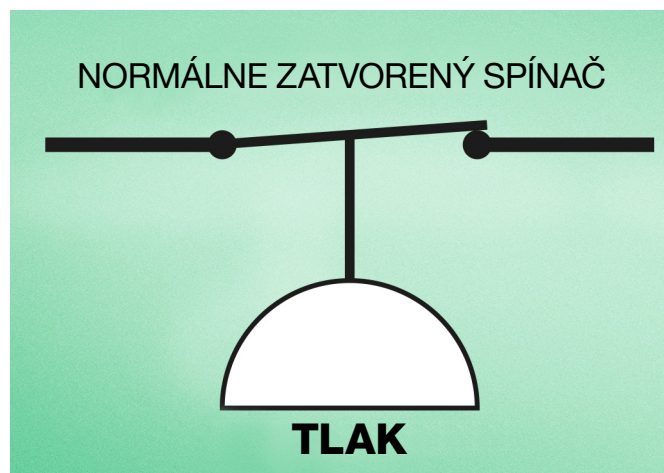
Čo je „normálne“? Sú diskusie o definícii spínača normálne otvoreného / zatvoreného. Obvykle sa definuje ako „normálny“, stav, v ktorom je výstup tlakového spínača, keď nie je pripojený tlak, t. j. spínač nemá žiadnu fyzickú stimuláciu.

Iní môžu definovať „normálny“ stav ako stav, v ktorom je spínač počas normálnej prevádzky procesu.

Normálne otvorený spínač je otvorený, keď nie je pripojený tlak. Ak je vyvíjaný dostatočný tlak, spínač sa zatvára:



Normálne zatvorený spínač je zopnutý, keď nie je pripojený tlak. Ak je vyvíjaný dostatočný tlak, spínač sa otvorí:



Spínač má vždy nejaké **mŕtve pásmo** (spínací tlakový rozdiel, označovaný aj ako **hysterézia**), čo je rozdiel medzi dvoma pracovnými bodmi (otvárací a zatvárací bod). Hysterézia je nutná, pretože ak by sa spínač otváral a zatváral v rovnakom bode, mohlo by to viesť k vzniku oscilácií na tejto hodnote tlaku. Tiež by to mohlo spôsobiť zapínanie a vypínanie obvodu vysokou frekvenciou, ak by spínač nemal hysteréziu. Napríklad normálne otvorený (NO) tlakový spínač sa môže zatvárať pri tlaku 70 kPa a znovu sa otvárať pri tlaku 65 kPa, takže hysterézia je 5 kPa.

Niektoré spínače pracujú pri stúpajúcom tlaku, iné pri klesajúcom tlaku. Samozrejme, pri zvyšovaní tlaku získate vždy

jednu z funkcií a pri znižovaní druhú, ale primárne požadovaná funkcia sa udeje jedným smerom.

Existujú tlakové spínače, ktoré pracujú v rôznych tlakových režimoch: **pretlak, podtlak, absolútny tlak, diferenčný tlak**.

Niektoré staršie spínače sú **mechanické** (alebo dokonca pneumatické), takže vo vnútri spínača tlak spôsobuje zmenu stavu spínača. Väčšina novších typov je **elektronická** alebo **digitálna**, takže merajú tlak a riadia spínací výstup zodpovedajúcim spôsobom. Mnoho moderných prepínačov je programovateľných, takže je ľahké nastaviť požadované pracovné body. Zatiaľ čo mechanické spínače nepotrebujú napájanie, elektrické naopak potrebujú.

Pri výbere typu spínača je potrebné zvážiť situáciu, že by zlyhalo napájanie, alebo by sa uvoľnil kábel, stav spínača by mal zostať bezpečný. V prípade bezpečnostného spínača, by mal byť tento nakonfigurovaný tak, aby sa v prípade uvoľnenia kábla spustil alarm. Napríklad ak je spínač normálne otvorený, nič si nevšimnete ak sa kábel uvoľní, spínač je stále otvorený, ale nevykoná požadovanú akciu, keď sa spínač zatvára. Takže jedno s druhým, mali by ste to navrhnuť tak, aby to bolo **bezpečné pri poruche**.

Hovoríme tiež o **elektromechanických (dry switch)** a **elektronických (wet switch)** spínačoch. **Elektromechanický** spínač má kontakty otvorené alebo zatvorené, takže funguje ako mechanický spínač. **Elektronický** spínač má dve rôzne hodnoty napätia predstavujúce dva výstupné stavy.

Výstupom elektronického spínača môže byť **napäťový signál** s dvoma úrovňami, **prúdový signál** alebo signál typu **otvorený kolektor**.

Funkciu spínača môže niekedy realizovať aj **riadiaci systém**, tým, že meria prúdový signál z meracieho prevodníka a má naprogramovanú spínaciu funkciu na reguláciu niečoho na základe úrovne signálu.

V praxi majú priemyselné spínače často **zdvojené** spínacie kontakty, ktoré je možné programovať osobitne.

Bezpečnostné tlakové spínače

Bezpečnostné spínače sú spínače používané v bezpečnostných prístrojových systémoch (SIS – safety instrumented systems) a tieto spínače majú určitú bezpečnostnú klasifikáciu. Taktiež kalibrácia týchto bezpečnostných spínačov podlieha regulácii.

Veľkým rozdielom pri týchto spínačoch je, že tieto spínače zostávajú statické väčšinu času bez toho, aby niekedy zafungovali. Takže, pri bežnom používaní neprepínajú medzi otvoreným a zatvoreným stavom, čakajú na dosiahnutie úrovne bezpečnostného alarmu a potom začnú pracovať.

Vzhľadom na to, že tieto spínače fungujú zriedkavo, existuje riziko, že budú zaseknuté a nebudú pracovať, keď by mali.

Pri kalibrácii ich pred vlastným meraním **nerozcvičujte**, namiesto toho zachyťte prvý bod, keď spínač zareaguje. Môže sa stať, že prvá akcia si bude vyžadovať vyšší tlak ako operácie po niekoľkých prepnutiach.

Bežné spínače sa pred kalibráciou zvyčajne niekoľkokrát roz-cvičia tlakom, to by sa však nemalo robiť pri bezpečnostných spínačoch.

Pri bezpečnostnom spínači je prevádzkový bod kritický, ale bod deaktivácie niekedy nie je relevantný a nepotrebuje byť ani kalibrovaný.

Ako kalibrovať tlakové spínače

Teraz si povieme, ako kalibrovať tlakové spínače.

Príprava a bezpečnosť

Ak je spínač nainštalovaný v procese, je veľmi dôležité, uistiť sa, že je izolovaný od tlakového vedenia. Taktiež musíte zabezpečiť odpojenie akéhokoľvek obvodu, ktorý je ovládaný týmto spínačom – nechcete predsa, aby sa veľké ventily začali otvárať / zatvárať, spustili sa čerpadlá, alebo sa spustil bezpečnostný alarm.

Niektoré spínače môžu mať pripojené sieťové napätie alebo iné nebezpečné napätie na svorkách spínača, keď sa otvára, takže sa uistite, že je odpojený.

Tlaková rampa

Ak chcete kalibrovať tlakový spínač, musíte generovať pomaly sa meniacu tlakovú rampu, prechádzajúcu cez pracovné body spínača. V závislosti od typu spínača musíte najskôr vygenerovať vhodný tlak na spustenie kalibrácie.

Často môžete začínať na atmosférickom tlaku, ale v niektorých prípadoch musíte vygenerovať vysoký tlak a začať pomaly znižovať tlak smerom k pracovnému bodu. Prípadne budete musieť zaistiť vákuum, aby ste mohli začať. Toto záleží na spínači, ktorý sa má kalibrovať.

Sú rôzne spôsoby zabezpečenia vstupného tlaku. Môžete použiť kalibračnú ručnú pumpu s jemným nastavovaním tlaku, môžete použiť rozvod dielenského vzduchu s presným regulátorom tlaku alebo môžete použiť automatický regulátor tlaku.

Podstatné je zabezpečiť pomalý nábeh tlaku, aby ste zaregistrovali presnú hodnotu tlaku, pri ktorom spínač zareagoval.

Ak sa tlak mení príliš rýchlo, nemôžete presne zachytiť tlakový bod, keď bol spínač v činnosti.

Samozrejme, niektoré nástroje ([napríklad Beamex MC6](#)) môžu automaticky zachytiť presnú hodnotu tlaku v okamihu, kedy spínač zmenil svoj stav.

V každom prípade nezabudnite, keď sa blížite k pracovným bodom spínača, tlak sa musí meniť veľmi pomaly! Tlak môžete meniť rýchlejšie, pokiaľ ešte nie ste blízko pracovným bodom.

Meranie výstupu spínača

Potrebuje nejaký nástroj na meranie spínacích svoriek. Keď to je elektromechanický spínač, s výstupom otvorený a zatvorený, môžete použiť ohmmeter. Ak je to elektrický výstup, musíte nájsť prístroj, ktorý dokáže merať tento výstup. V niektorých prípadoch to môže byť voltmeter alebo ampérmeter. Pre elektrické výstupy je niekedy ťažšie, nájsť spôsob merania výstupu.

Mali by ste byť schopní rozpoznať dva stavy výstupu a zistiť, kedy sa stav zmení.

Pomocou niektorých nástrojov môžete naprogramovať zodpovedajúcu spúšťačiu úroveň vhodnú pre príslušný spínač, čo umožňuje automaticky zachytiť zmenu stavu. Takto funguje Beamex MC6.

Zachytenie pracovných bodov

Pri kalibrácii spínača musíte zachytiť vstupný tlak presne v okamihu, keď sa zmení stav výstupu.

Môžete sa pokúsiť zachytiť vstupný tlak **manuálne**, napr. keď sa zmení stav spínača, zastavíte rampu a odčítate vstupný tlak (na prístroji / kalibrátore, ktorý meria vstupný tlak). S najväčšou pravdepodobnosťou tam bude určité oneskorenie, dané vašimi reflexami, takže tlak je už iný ako bol v okamihu prepnutia. To je hlavný dôvod, prečo musí byť zmena vstupného tlaku veľmi pomalá.

Niektoré zariadenia dokážu **automaticky** zachytiť vstupný tlak v rovnakom okamihu, keď sa zmení stav výstupu spínača. Netreba dodávať, že kalibrátory Beamex MC6 to dokážu... :-)

Kalibrátor MC6 dokáže interpolovať medzi hodnotami meraného tlaku. Ako to funguje? Digitálne zariadenie na meranie tlaku meria tlak niekoľkokrát za sekundu. Môže sa stať, že spínač zareaguje práve medzi dvoma po sebe nasledujúcimi hodnotami tlaku. V takom prípade kalibrátor MC6 interpoluje medzi dvoma po sebe nasledujúcimi hodnotami merania tlaku, aby ste dostali presnú hodnotu tlaku v momente zmeny stavu spínača.

Oneskorený výstup

Niektoré priemyselné prepínače môžu mať na výstupe pridané oneskorenie, aby nefungovali príliš rýchlo. Mali by ste zistiť, či váš spínač má nastavené oneskorenie, pretože potom je potrebné vykonať kalibráciu ešte pomalšie ako zvyčajne.

S určitým nastaveným oneskorením, kým sa výstup prepne, vstupný tlak je už ďaleko od skutočného bodu, ktorý spustil prepnutie výstupu.

Postup kalibrácie tlakového spínača:

Tu uvádzame stručný zoznam krokov pri kalibrácii tlakového spínača:

1. Z dôvodu bezpečnosti uvoľníte tlak a odpojte spínač.
2. Pripojte zdroj tlaku a tlakový kalibrátor na vstup spínača.
3. Pripojte zariadenie na meranie stavu na výstup spínača.
4. Spínač niekoľkokrát precvičte – zaťažte na plný tlak a späť na nulu. Neplatí pri bezpečnostných spínačoch!
5. Zvyšujte normálne tlak do blízkosti pracovného bodu spínača.
6. Veľmi pomaly zvyšujte tlak cez pracovný bod spínača, kým sa prepne výstup spínača. Zapište hodnotu tlaku pri prepnutí.
7. Veľmi pomaly sa vracajte s tlakom späť na pracovný bod spínača, až kým sa zmení stav spínača. Zapište hodnotu tlaku pri spätnom prepnutí.
8. Vykonajte požadovaný počet opakovaných meraní – opakujte dva predchádzajúce kroky.
9. Odvzdušnite tlak.
10. Odpojte skúšobné zariadenie.
11. Vráťte spínač späť do prevádzky.

Prirodzene, musíte **dokumentovať** výsledky kalibrácie spínača.

Musíte tiež vypočítať **namerané chyby** a porovnať ich s maximálnou povolenou toleranciou pre tento spínač, aby ste videli, či spínač **vyhovel** alebo **nevyhovel** pri kalibrácii. V prípade, že spínač pri kalibrácii nevyhovel, musíte spínač nastaviť alebo ho vymeniť za iný. Aj keď spínač pri kalibrácii vyhovel, mali by ste analyzovať, aká veľká bola chyba. Ak bola chyba blízko tolerančného limitu, alebo ak sa od poslednej kalibrácie veľmi posunula, je dobré spínač nastaviť, aby sa predišlo chybnému výsledku pri ďalšej kalibrácii.

A ako pri každej kalibrácii, na základe **histórie kalibračných výsledkov**, by ste mali zvážiť, či je potrebné meniť **rekalibračný interval**. Nechcete predsa zbytočne míňať zdroje tým, že

robíte kalibráciu príliš často, ale tiež nechcete dostať nevyhovujúci výsledok kalibrácie, tým, že kalibrujete v príliš dlhých intervaloch. Nevyhovujúci výsledok kalibrácie by mal vždy vyvolať preverenie možných dôsledkov. To môže byť drahé a náročné na prácu.

Dokumentácia, metrologická nadväznosť, neistota kalibrácie

Dokumentácia je zahrnutá vo formálnej definícii kalibrácie, takže je nevyhnutnou súčasťou každej kalibrácie. Toto platí aj pri kalibrácii tlakových spínačov, spravidla vo forme **kalibračného certifikátu**.

Použité kalibračné zariadenie má mať zaistenú platnú **metrologickú nadväznosť** na príslušné etalóny, inak kalibrácia nezabezpečuje nadväznosť kalibrácie spínača.

Dôležitou súčasťou každej kalibrácie je **neistota merania pri kalibrácii**. Ak nie je kalibračné zariadenie (a použitá metóda a postup kalibrácie) dostatočne presné na kalibráciu daného tlakového spínača, potom kalibrácia nemá veľký význam. Aký zmysel by malo, používať kalibrátor s presnosťou 2 % na kalibráciu 1 %-ného prístroja?

Ďalšie informácie a diskusie o tom, ako často by sa mali prístroje kalibrovať, ako vyhodnocovať výsledky meraní, neistotu a ďalšie nájdete na [blogu Beamex](#). K dispozícii sú aj videa na [youtube kanále Beamex](#).



RIEŠENIE OD SPOLOČNOSTI BEAMEX

Beamex ponúka riešenie kalibrácie tlakových spínačov.

Naše [kalibrátory radu MC6](#) môžu vykonávať dokumentovanú kalibráciu tlakových spínačov, poloaufomaticky s [tlakovou ručnou pumpou](#) alebo úplne automaticky s [tlakovým regulátorom/kalibrátorom](#).

Pre elektronickú dokumentáciu je možné výsledky kalibrácie tlakového spínača z kalibrátora nahrať do [softvéru na správu kalibrácií](#).

[Kontaktujte nás](#) a dozviete sa viac.