

# Regulačné armatúry v automatizácii (2)

## Návrh regulačných ventilov

Pri návrhu ventilu treba prejsť všetky základné charakteristiky a vlastnosti ventilu. To sa týka základných otázok voľby materiálu telesa, voľby materiálu upchávky a určenia jeho menovitého tlaku a pripájacích rozmerov. Tieto základné voľby sú rovnaké ako pri bežných uzatváracích ventiloch.

Pri regulačných armatúrach navyše nasleduje voľba vhodného škrtiaceho systému vzhľadom na spracúvaný tlakový spád a ďalšie podmienky prietoku média ventilom (kavitácia, odparovanie média, abrazívne súčasti, prúdenie stlačiteľných médií pri nadkritickým tlakovom spáde a pod.) a takisto na typ pohonu, ktorý tiež určuje vyhotovenie ventilu (tlakovo vyvážený – nevyvážený, priamy – reverzný). Tieto aspekty môžeme zahrnúť medzi hlavné kritériá výberu konštrukčného vyhotovenia ventilu.

Ak máme hotový tento základný výber, môžeme sa venovať návrhu regulačných vlastností ventilu.

Základnou funkciou regulačnej armatúry je regulovať prietok alebo tlakovú stratu v potrubnej sústave na žiadanú hodnotu. Na to má regulačná armatúra k dispozícii iba jedinú vlastnosť – premenlivý prietokový súčiniteľ. Regulačná armatúra v zaregulovanej sústave nemá v skutočnosti hodnotu prietokového súčiniteľa  $K_{vs}$ , na ktorý bola navrhovaná, ale vykazuje takú okamžitú hodnotu prietokového alebo stratového súčiniteľa, akú nastavil regulátor na dosiahnutie požadovanej regulovanej hodnoty. To znamená, že v konkrétnom okamihu leží hodnota prietokového súčiniteľa medzi nulou (poloha zatvorené) a menovitou hodnotou (úplne otvorené). To, aká plynulá a jemná je táto regulácia, je dané polohou pracovného bodu na regulačnej charakteristike riadeného procesu a je teda, ako už bolo uvedené, do značnej miery ovplyvnená okamžitou polohou pracovného bodu na prietokovej charakteristike regulačnej armatúry a celej sústavy (významný vplyv autority).

Prevádzková krivka spotrebiča pretekajúceho média, teda závislosť regulovanej veličiny od prietoku média spotrebičom určuje polohu pracovného bodu na prietokovej charakteristike sústavy. Ak neexistujú exaktné závislosti, treba určiť minimálne tri základné prevádzkové stavy – pri maximálnom, nominálnom a minimálnom prietoku média.

Hydraulické tlakové straty celého potrubného okruhu, odpočítané od okamžitého dostupného rozdielu tlaku na zdroji, určujú pri danom odbere dispozičný tlak na regulačnom ventile, ktorý bude týmto ventilom spracovaný. Treba podotknúť, že hydraulická strata potrubného systému nie je konštantná, ale je kvadraticky závislá od prietoku média týmto systémom. Súčasne treba mať na zreteli, že ani charakteristika zdroja nie je konštantná, ale vďaka vnútornému odporu zdroja klesá dostupný tlakový rozdiel na zdroji (výtláčna výška čerpadla a pod.). Preto treba určovať dispozičný tlak  $\Delta p$  na regulačnom ventile veľmi dôsledne, aby skreslením tejto hodnoty neprišlo následne k návrhu zlej hodnoty  $K_{vs}$ .

Pri každom z týchto stavov bude takmer s istotou k dispozícii iný tlakový rozdiel na ventile. Pre každý tento stav preto musíme zvlášť spočítať  $K_v$  súčiniteľ ventilu. Až po dôkladnom zvážení všetkých výsledkov týchto výpočtov môžeme zvoliť  $K_{vs}$  súčiniteľ

ventilu. Mali by sme sa však zaoberať predovšetkým nasledujúcimi otázkami:

- Je skutočne potrebný spočítaný maximálny prietok ventilom?
- Musíme pri tomto stave ešte regulovať (požadovať eventuálne zvýšenie prietoku v závislosti od iných regulačných parametrov)?
- Čo sa stane, keď tento prietok nebude možné dosiahnuť?
- Kde leží pracovný bod (zdvih pri zvolenej charakteristike) ventilu pri regulácii menovitého prietoku?
- Kde leží pracovný bod pri regulácii minimálneho množstva?
- Je reálne regulovať jedným ventilom maximálny aj minimálny prietok?
- Čo sa stane, keď nebudeme schopní regulovať minimálne množstvo?
- Čo je horšie, nedosiahnutie maximálneho alebo minimálneho prietoku?

Napriek tomu, že predchádzajúce otázky môžu zniesť skúseným projektantom ako samozrejmé, predsa sa vyplatí si ich vždy položiť, pretože obsahujú nielen návrh pri menovitých podmienkach, ale hlavne reálny prevádzkový stav pri čiastočnom zaťažení, ktorý práve v praxi spôsobuje problémy s kvalitou regulácie hlavne tepelných zariadení.

Až po skutočne serióznom zamyslení sa nad predchádzajúcimi otázkami by mala byť zvolená hodnota  $K_{vs}$ . Ak treba skutočne dosiahnuť maximálny prietok, mala by byť vyššia ako  $K_v$ . Preto sa odporúča navýšenie tejto hodnoty o 25 až 30 %. Toto navýšenie zahŕňa možnú mínusovú odchýlku maximálnej  $K_v$  hodnoty od  $K_{vs}$  (-10 %) aj deformáciu prietokovej charakteristiky (hydraulické straty a pokles tlaku zdroja, zanesenie filtra, autorita ventilu). Navýšenie hodnoty  $K_{vs}$  je tiež nutné hlavne v technologických procesoch, kde sa vyžaduje určitá preťažiteľnosť zariadení.

V reálnej praxi vo vykurovaní sa naopak odporúča väčšinou voliť  $K_{vs}$  hodnotu najbližšiu nižšiu. Dôvod je ten, že sa často nerobia kompletne tepelné ani hydraulické výpočty a tlakové a prietokové pomery sa, bohužiaľ, iba odhadujú, pričom sa v týchto odhadoch prejavujú tendencie istenia. Ak uvažujeme, že prvé predimenzovanie vykurovacej sústavy sa začína pri výpočte tepelných strát, pokračuje voľbou vykurovacej plochy, potrubnej siete až k zdroju tepla, nie je prekvapením, že percento predimenzovaných vykurovacích sústav býva veľké. Navyše väčší vplyv na zmenu výkonu má teplota prívodu, resp. teplotný spád než prietok. Preto je istenie pri návrhu z hľadiska dosiahnutia prietoku v aplikáciách na vykurovanie zbytočné.

Po voľbe  $K_{vs}$  je žiaduce skontrolovať regulačný rozsah ventilu. Ak sa pomer

$$\frac{K_{vs}}{K_{v \min}}$$

blíži k hodnote teoretického regulačného pomeru ventilu alebo ju dokonca prevyšuje, treba sa zamyslieť nad možnosťou, ako sa vyhnúť problémom s reguláciou minimálneho množstva. Najprv je vhodné zistiť, či nemožno zvýšiť autoritu ventilu. To je možné navýšením tlaku zdroja v oblasti plného výkonu alebo znížením hydraulických strát na potrubnej trase. Ak táto možnosť neexistuje, možno použiť kvalitnejší ventil s vyšším regulačným pomerom

(ak taký existuje) alebo riešiť reguláciu minimálneho množstva menším, paralelne s hlavným ventilom pripojeným ventilom (paralelne radené ventily).

Kritériá voľby prietokovej charakteristiky boli už spomenuté skôr. Prvoradá je snaha, aby regulácia pracovala dobre a v celom rozsahu. Inými slovami to znamená, aby sa regulačná charakteristika celého riadeného procesu blížila k ideálnej lineárnej závislosti. Ak tejto požiadavke nemožno vyhovieť, treba zvážiť, na ktorý prevádzkový stav sú kladené vyššie nároky a ktorý je prvoradý. Lineárna charakteristika lepšie vyhovuje v oblasti vyšších pomerných prietokov a pri vysokej autorite ventilu, rovnopercntná charakteristika naopak veľmi dobre poslúži pri dôraze na dobrú citlivosť regulácie pri malých pomerných prietokoch a pri nižšej autorite ventilu. Parabolická závislosť je kompromisom medzi oboma uvedenými charakteristikami. Charakteristika LDMspline<sup>®</sup>, ktorú používa pri svojich ventiloch výrobca LDM s. r. o. Česká Třebová, je potom optimalizovaným variantom (priebeh zodpovedá štatisticky najčastejšej charakteristike výmenníkov tepla voda – voda), odvodeným z rovnopercntnej charakteristiky s tým rozdielom, že obsahuje deformáciu prietokovej krivky a oproti rovnopercntnej charakteristike má vyššiu citlivosť na začiatku a na konci zdvíhu.

### Literatúra

[2] DOUBRAVA, J., DYTRT, V., KLIMEŠ, M., MAREK, V., NOVOTNÝ, O., SUCHÁNEK, T., ŠALDA, M.: Regulačné armatúry. 3. upravené vydanie, LDM, spol. s r. o., 2003.

-10g-

28