Nejčastější chyby při instalaci a zapojení čerpadel

Ing. Tomáš Chvátal, Katko s.r.o. Praha

Správný výběr čerpadla

V případě potřeby čerpat jinou kapalinu, než je voda, která je buďto chemicky agresivní, nebo viskózní, či se jedná o suspenzi, je nutné získat daleko více informací, než jen množství a výtlačná výška. V prvé řadě pro vhodný výběr konstrukčního materiálu čerpadla je nutné vědět o jakou kapalinu se jedná, její chemické složení, pH, teplotu a případné korozní účinky. Dále je nutné získat informace o fyzikálních vlastnostech, jako je hustota, viskozita, tenze par, obsahu pevných částic, jejich velikost a tvrdost atd. Dále je dobré zjistit jakým režimem bude čerpadlo provozováno a jaké jsou na něj kladeny provozní požadavky. Například, zda se jedná o nepřetržitý provoz nebo o občasné přečerpávání. Další možností použití je režim dávkování, kde je požadována změna průtoku na základě nějaké měřené veličiny. V případě čerpání hořlavin, nebo v prostředí, kde se hořlaviny vyskytují, je nutné zjistit třídu výbušnosti a požadavky zabezpečení čerpadla.

Po sběru těchto dat je možné vybrat vhodné čerpadlo pro danou aplikaci. Největší část pozornosti je potřeba soustředit na sání čerpadla, kde bývají největší problémy. To je dáno tím, že sací schopnosti čerpadel jsou omezeny, kdy maximální podtlak nemůže být větší, než je 1atm (0,1MPa), což je absolutní vakuum. Avšak čerpadla této hodnoty nedosahují z konstrukčních důvodů a jejich maximální hodnota je velmi rozdílná. Toto je u čerpadel vyjádřenou hodnotou NPSHr (net positive suction head - required), kterou zjišťuje výrobce čerpadla pro každou danou velikost a typ. Z dat od provozovatele je nutné spočítat NPSHa (net positive suction head – available). Tato hodnota nám říká vše o podmínkách sací větve. Obě hodnoty jsou vyjádřeny v metrech.

Kalkulace sací strany – výpočet NPSHa

NPSHa = (Pa-Pv)/(ρ*g)+/-Hk-Hp

Kde:

Pa – tlak nad kapalinou v Pa

Pv – tenze par v Pa

ρ – hustota kapaliny v kg/m3

g – tíhové zrychlení 9,81 m/s2

Hk – Výška kapalina nad středem sání v m

Hp – tlakové ztráty v potrubí v m

HPSHa>NPSHr + 0,5m

V případě rovnosti těchto dvou hodnot dochází ke kavitaci, což je jev, kdy kapalina začne vřít v celém objemu, vzniká částečně plynná fáze a čerpadlo běží v kritickém stavu, a nakonec dochází k jeho rozbití.

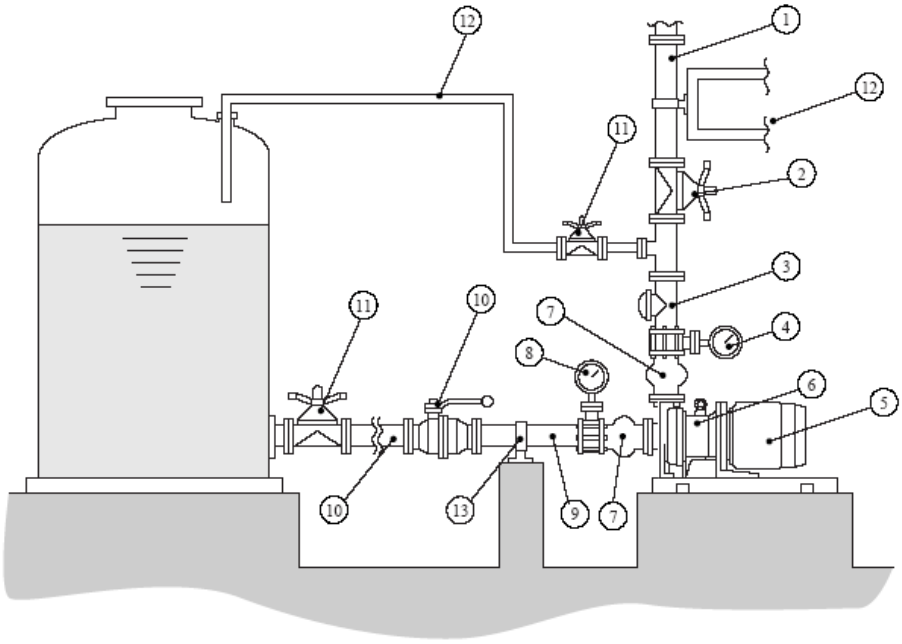
Z výše uvedené rovnice je patrné, že platí pravidlo čerpadlářů, které říká: „Není problém dostat z čerpadla cokoliv kamkoliv ven, ale je problém dostat kapalinu do čerpadla“.

Proto při čerpání kapalin například při bodu varu (vysoká tenze par) musí být čerpadlo pod vysokým nátokem. Dále je nutné zamezit tlakovým ztrátám v potrubí, či dbát na výšce sání s ohledem na hustotu kapaliny.

Všechny tyto informace jsou základem pro správný výběr čerpadla na danou aplikaci a jeho dlouhodobé bezporuchové fungování podle potřeb provozovatele.

Jak zapojit čerpadlo a jakých chyb se vyvarovat

Odstředivá čerpadla



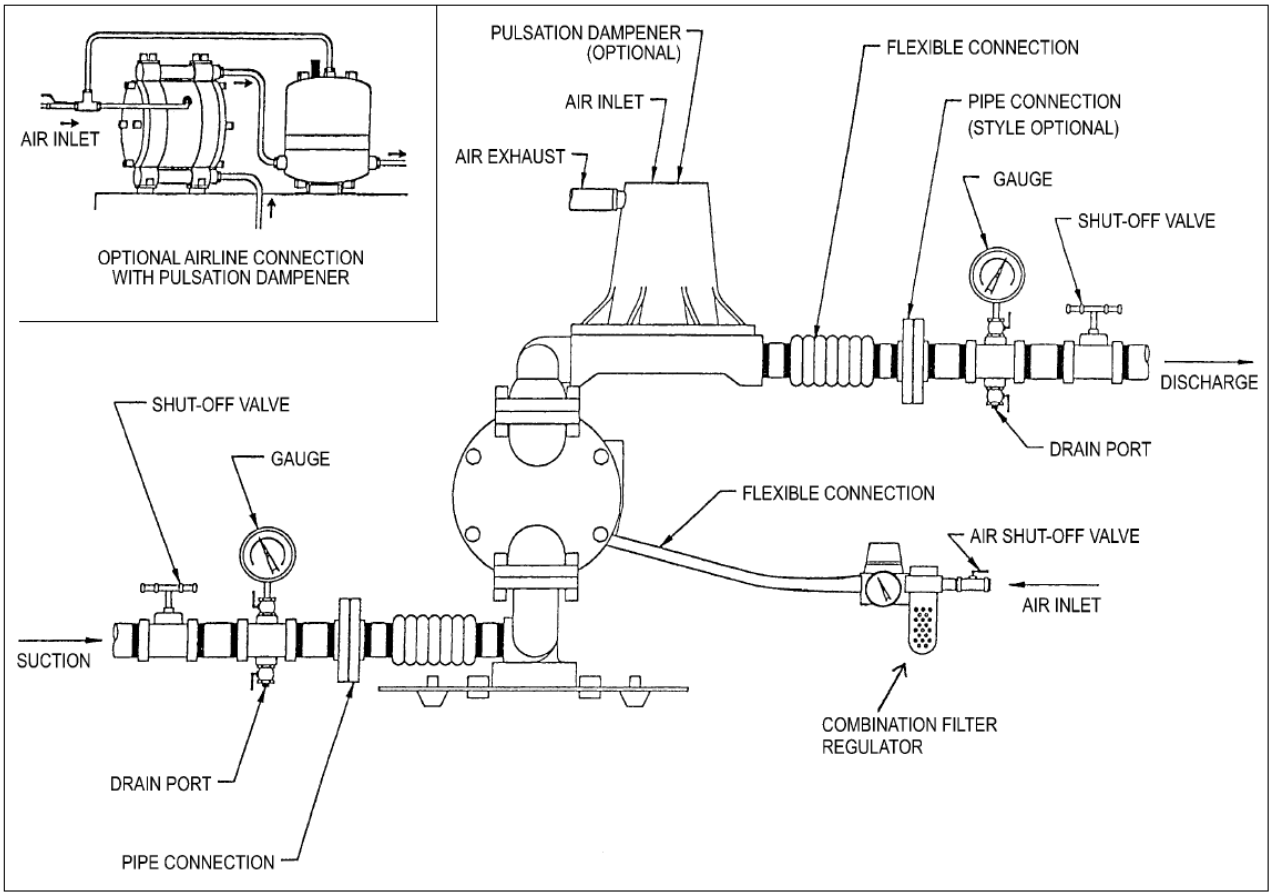
1) Výtlačné potrubí
2) Ventil na výtlaku
3) Zpětná klapka
4) Tlakoměr
5) Motor
6) Čerpadlo
7) Pružný spoj
8) Vakuometr
9) Sací potrubí
10) Sací ventil
11) Ruční ventil
12) Odvzdušňovací potrubí
13) Potrubní podpěra

Nejčastější chyby, kterých se dopouštějí provozovatelé při instalaci

1) Koleno na sání čerpadla – v kolenu dochází ke změně proudění kapaliny na vysoce turbulentní a tok není uklidněn a na oběžném kolem může dojít ke kavitaci. Mezi kolenem a sáním čerpadla by měla být uklidňovací zóna (rovné potrubí) v délce minimálně 0,5 m či u větších čerpadel 7x průměr sání čerpadla.
2) Zúžené či dlouhé sání čerpadla – toto má vliv na tlakové ztráty v potrubí a následkem bývá kavitace. Nikdy by neměla být dimenze připojovacího potrubí menší, než je dimenze sání samotného čerpadla. V případě delší trasy potrubí je nutné instalovat větší dimenzi tak, aby tlakové ztráty potrubí byly minimální.
3) Rychlost proudění kapaliny na sání – neměla by přesáhnout 1 m/s. Větší rychlost může způsobit kavitaci.
4) Společné sání čerpadla – instalace více čerpadel na jedno přívodní potrubí se nedoporučuje, protože často vede k nerovnoměrnému výkonu čerpadel, kdy nejvzdálenější čerpadlo většinou kavituje. Zde je nutno zabezpečit rychlost kapaliny na sání hodně pod 0,5 m/s.
5) Jemný filtr na sání – Chrání čerpadlo, ale při jeho zalepení dochází ke kavitaci čerpadla. Toto je nutné velmi opatrně zvážit s ohledem na aplikaci.
6) Sání ze dna nádrže – pozor na pevné částice, které jsou usazeny na dně.
7) Vzduchový pytel na sání – vyskytuje se u stáčecích ramen, kdy potrubí jde nejprve nahoru a poté dolu do čerpadla. Velmi špatně se odvzdušňuje a je potřeba s tím počítat.

8) Chybějící manometr či průtokoměr – bez jednoho z těchto zařízení nelze čerpadlo zregulovat do požadovaného pracovního bodu a nelze zjistit funkčnost čerpacího systému.
9) Ruční ventily – jsou nutné pro případný servis čerpadla a ventil na výtlaku umožňuje regulaci čerpadla na jeho požadovaný pracovní bod.
10) Rozebíratelné spoje – umožňují snadnou demontáž a servis čerpadla.
11) Frekvenční měniče – jejich použití velmi doporučuji, protože umožňují nejen regulaci na požadovaný pracovní bod, ale mají veliké výhody při rozběhu a zastavení čerpadla, kdy nedochází k velikým rázům v případě zavření membránovými ventily a tím se nemusí používat pružné spoje či kompenzátory a instalace se velmi zjednodušuje.
12) Směr otáčení čerpadla – v případě, že čerpadlo běží proti směru, na který je navrženo, čerpadlo dosahuje maximálně 60 % svého výkonu. Je nutno zajistit druhý směr otáčení.
13) Zatížení přírub – Je nutno dodržet předepsané zatížení přírub pomocí podpěr sacího i výtlačného potrubí.
14) Přetlak v potrubí – v případě čerpání kapalin s nízkým bodem varu je nutno zabezpečit celý systém proti možnému přetlaku, který nastává v důsledku změny teplot, kdy kapalina změní svůj objem, či se změní v plynnou fázi.
15) Odstranění záslepek na přírubách čerpadla – jedna z docela častých chyb při instalaci.

Vzduchomembránová čerpadla



Nejčastější chyby, kterých se dopouštějí provozovatelé při instalaci

1) Zúžené či dlouhé sání čerpadla – toto má vliv na tlakové ztráty v potrubí a následkem bývá kavitace. Nikdy by neměla být dimenze připojovacího potrubí menší, než je dimenze sání samotného čerpadla. V případě delší trasy potrubí a velikého počtu kolen je nutné instalovat větší dimenzi tak, aby tlakové ztráty potrubí byly minimální.
2) Zúžené potrubí přívodu vzduchu – zamezuje přívodu dostatečného množství vzduchu a tím snižuje výkon čerpadla.
3) Jemný filtr na sání – Není potřeba. Vzduchomembránová čerpadla jsou schopna čerpat kapaliny s částicemi až do velikosti několika mm i ve velikém množství.
4) Chybějící manometr či průtokoměr – bez jednoho z těchto zařízení nelze čerpadlo zregulovat do požadovaného pracovního bodu a nelze zjistit funkčnost čerpacího systému.
5) Ruční ventily – jsou nutné pro případný servis čerpadla a ventil na výtlaku umožňuje regulaci čerpadla na jeho požadovaný pracovní bod.
6) Rozebíratelné spoje – umožňují snadnou demontáž a servis čerpadla.
7) Zatížení přírub – Je nutno dodržet předepsané zatížení přírub pomocí podpěr sacího i výtlačného potrubí.
8) Vysoký přetlak na sání čerpadla – v případě PTFE membrán nesmí přesáhnout přetlak na sacím hrdle 0,3 bar a u ostatních membrán 1 bar. Pak dochází k poškození membrán po zastavení čerpadla, kdy vzduch netvoří odpor na druhé straně membrány.
9) Přetlak v potrubí – v případě čerpání kapalin s nízkým bodem varu je nutno zabezpečit celý systém proti možnému přetlaku, který nastává v důsledku změny teplot, kdy kapalina změní svůj objem, či se změní v plynnou fázi a dochází k prasknutí membrán.
10) Odstranění záslepek na přírubách čerpadla – jedna z docela častých chyb při instalaci.

Na co si dát pozor při výběru a instalaci sond

Obecně při výběru sond je třeba vzít v úvahu, jaká je cílová hodnota a podle toho vybrat rozsah sondy. Dále požadovaná přesnost měření. Inline sondy zpravidla nedosahují přesnosti a opakovatelnosti laboratorních verzí. To je dáno zejména tím, že procesní sondy měří neustále a podmínky, ve kterých jsou nucené pracovat jsou často velmi náročné. Nejčastějším důvodem předčasného selhání sondy je nedodržení teplotního rozsahu udaného výrobcem.

pH sondy
Při návrhu sondy je nutné vzát v úvahu zejména teplotu. Do cca 55°C stačí standardní sonda (např. WEL série od Walchem). Pro vyšší teploty je určena vysokoteplotní verze. Dalším prvkem je samotné médium. Pokud lázeň obsahuje fluoridy, je nutné vybrat speciální verzi elektrody.
Co se týče instalace, je třeba mít na paměti, že pH sondu instalujeme pouze ve svislé poloze s měřící elektrodou dole. Oproti svislé ose může být sonda natočena o maximálně +/- o 15°. Důvodem je elektrolyt uvnitř sondy, který se při jiné poloze rozlije mimo měřicí elektrody. Dále je třeba mít na paměti, že pH sonda musí být neustále zaplavená. Pokud vyschne, pravděpodobně bude nutné ji vyměnit.

Vodivostní sondy
V oblasti povrchových úprav se vodivostní sondy používají velmi často pro nepřímé měření koncentrace média s vysokou vodivostí (např. kyseliny nebo hydyroxidu) ve vodním roztoku.
Kromě již výše zmíněných parametrů je důležitý výběr typu měření vodivostních sond. V zásadě jsou dva základní principy – kontaktní a indukční. Kontaktní způsob má elektrody v přímém kontaktu s měřeným médiem. Výhodou je měření i velmi nízké vodivosti, nevýhodou může být zkreslení měření vlivem nánosů na elektrodách sondy. Oproti tomu indukční sondy mají dvě cívky. Jedna je napájená a druhá měřená. Cívky jsou integrovány v těle sondy a nejsou v přímém kontaktu s médiem. Měří od hodnoty zhruba 500 µS/cm. Zato ale umožňují měnit rozsah a hlavně při tvorbě nánosů a usazenin není ovlivněno měření.

Sondy na chemický nikl a měď
U těchto sond záleží zejména na délce sací a výtlačné trasy měřicího okruhu a vhodném umístění tras v rámci lázně. V tomto ohledu doporučuji se obrátit na odbornou firmu, případně dodavatele těchto senzorů.

Závěr
Správná instalace čerpadel a sond není složitou záležitostí, jen je potřeba dodržovat pravidla a doporučení výrobců. Dále je nutné při instalacích dbát fyzikálních zákonů a pamatovat, že kapalina proudí vždy nejsnazší cestou a nikdy do kopce.

Katko
hrdý partner
českého národního
curlingového týmu