

Průvodce vážením



Úspěšná integrace vážení
Pro nádrže, zásobníky a reaktory

METTLER TOLEDO

Obsah

1	Celkové shrnutí	5
2	Vážení – nejuniverzálnější technologie.	6
3	Obvyklé procesní váhy	7
4	Výběr vhodného dávkovacího procesu.	8
	Úvod	8
	Souběžné dávkování	9
	Sekvenční dávkování	9
	Kumulativní dávkování	9
	Shrnutí	10
5	Základy technologie.	12
	Obnovení magnetické síly	12
	Siloměr	13
	PowerMount™	14
6	Výběr správného snímače/váhy	15
	Jednobodové snímače	16
	Stolní a podlahové váhy	17
	Kompresní snímače a váhové moduly	18
	Tenzometrické snímače a váhové moduly.	20
7	Tipy ke konstrukci a montáži vah	21
	Potrubí	21
	Podpůrná konstrukce.	22
	Vážení mobilních nádrží	23
	Váživost snímače	23
	Kalibrace	24
8	Vliv materiálu a plnicích zařízení na přesnost	26
	Materiály	26
	Plnicí zařízení	26
9	Rychlost a přesnost	27

10	Řízení procesů	28
	Plnění	28
	Rychlé plnění a doplňování	29
	Ztráty	29
	Impulz	29
	Ovládání	30
	Terminály	32
	A/D konverze a filtrování	32
	Digitální I/O.	33
	Možnosti připojení	33
	Terminál IND780batch	33
	Regulátor IND780Q.IMPACT	34
11	Chemické reaktory	35
	Typy reaktorů a možnosti využití váhové technologie	35
	Stálé zatížení	36
	Systémy s více tekutinami	37
	Ohřívací/chladicí tekutiny	37
	Atmosféra	37
	Teplota	38
	Vibrace	39
12	Certifikační požadavky	40
13	Použitá literatura	41



Proč číst tohoto průvodce?

Průvodce je určen koncovým uživatelům, kteří se chystají investovat do procesních nádob a nádrží, i strojním konstruktérům, kterým pomůže posoudit kvality procesního vybavení a zvážit veškerá hlediska alternativních řešení.

Koncoví uživatelé v tomto průvodci najdou přehled obvyklé terminologie a technologií a zejména informace o jejich výhodách a nevýhodách. Díky tomu budou moci s dodavatelem systému jednat informovaněji a sestavit profesionální žádost o cenovou nabídku.

Strojní konstruktéři zde najdou užitečné informace, které mohou využít k optimalizaci výkonu svého procesního vybavení. Průvodce současně pomáhá osvětlit vztah mezi rychlostí, přesností a dalšími faktory, které ovlivňují celkový výkon procesních vah.

Celkové shrnutí

Řízení procesů na základě měření hmotnosti se v porovnání s volumetrickými metodami vyznačuje celou řadou výhod, mezi které se řadí například přesnost a snazší průběh statistické kontroly procesů a zajišťování návaznosti. V průmyslových odvětvích se zpracovává nepřeborné množství materiálů, včetně plynů, kapalin a pevných látek, a rozmanitost postupů, které se používají k jejich zpracování, takřka nezná hranic. Vážení představuje univerzální technologii, kterou lze využívat bez ohledu na typ a skupenství materiálu. Společnost METTLER TOLEDO dokáže svým širokým sortimentem celosvětově certifikovaných produktů a tří váhových technologií pokrýt veškeré požadavky zákazníků na řízení procesů.

Vážení – nejuniverzálnější technologie

V mnoha zpracovatelských odvětvích představují zásobníky nebo nádoby na chemické reakce samotné srdce výroby. Přesný přesun materiálů do těchto nádob a z nich ven jsou důležitým, ne-li základním předpokladem pro stabilní kvalitu výroby a zajišťování shody s předpisy. Váha navíc může výrazně pomáhat ve zvyšování efektivity výroby, například snižováním spotřeby materiálů, počtu vadných výrobků a přesným vedením skladových zásob.



Obrázek 1: Typická nádrž s váhou



Obrázek 2: Nádrž s váhou zapuštěná do podlahy

Nádrže a nádoby používají k regulaci plnění a vyprazdňování průtokoměry nebo váhy. Volumetrické průtokoměry se potýkají s řadou problémů, kterým lze účinně předcházet využitím váhových technologií. Zde jsou některé výhody vážení:

- Váhová technologie je všestranná, protože ji lze používat k vážení kapalných, pevných i plyných materiálů a jejich směsí.
- Narozdíl od většiny průtokoměrů vážení není ovlivněno změnou vlastností materiálů, jakými jsou například hustota, viskozita, vnikání plynů a pění.
- Váhové vybavení nepřichází do styku s materiálem, který by mohl – zejména v případě korozivních a abrazivních materiálů – způsobit snižování výkonu váhy.
- U zásobníků s váhou máte neustále přehled o hmotnosti skladovaného materiálu; hmotnost nezávisí na výpočtu hodnoty z rychlosti průtoku, času a hustoty na vstupu a na výstupu materiálu. Při kolísavém průtoku nebo jeho nečekaném zastavení nevzniká nejistota o hmotnosti skladovaného materiálu.
- Vážení je přesnější a lze je používat v užším tolerančním pásmu.
- Je-li třeba, lze vážení používat v komerčních (certifikovaných) aplikacích.
- Váhové zařízení lze kalibrovat a kontrolovat přímo v místě použití; není je třeba odesílat do laboratoří k nákladné kalibraci.

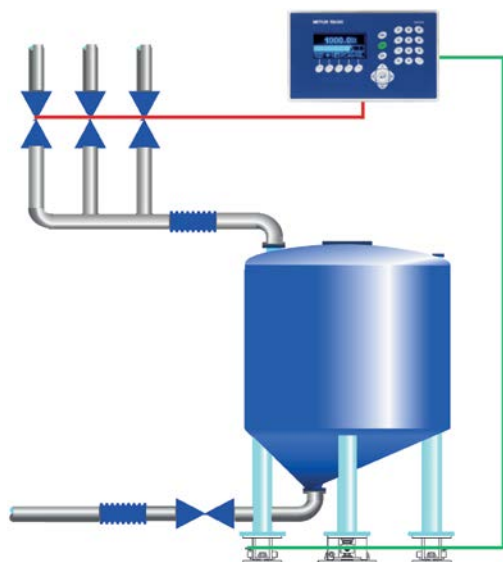
Vážení má samozřejmě i svá omezení, jejichž popis je uveden v dalších kapitolách. V tomto průvodci jsme se zaměřili na malé a středně velké procesní nádrže a nádoby a na způsoby úspěšného využití váhové technologie. Využití procesních nádob a nádrží zpravidla souvisí s manipulací s kapalinami, ale často pracují i s plyny a pevnými látkami. Z nádob a nádrží však zpravidla vytéká relativně kapalná tekutina nebo kaše.

Obvyklé procesní váhy

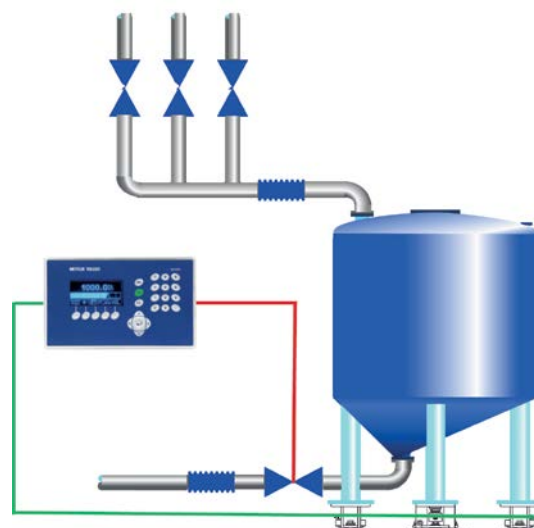
Obrázek 3 obsahuje schéma typické nádrže s váhou, kde je nádrž usazená na váhových modulech připojených k terminálu.

Terminál sleduje hmotnost nádrže a ovládá plnicí ventily. Takovou váhu označujeme coby navažovací a je typickým zástupcem vah používaných v dávkovacích procesech. Váha může být samostatná, jak je uvedeno na schématu, nebo může být součástí rozsáhlejšího systému, který může obsahovat například i řídicí systém s programovatelnou logikou (PLC).

Obrázek 4 je takřka identický, avšak zde terminál ovládá vypouštěcí ventil. Takovou váhu označujeme coby odvažovací. Zde se váha využívá například k rychlému vyskladňování určitého množství materiálu do plnicích nádob nebo k regulovanému odtoku materiálů k dalšímu zpracování.



Obrázek 3: Nádrž s navažovací váhou



Obrázek 4: Nádrž s odvažovací váhou

Terminál může ovládat vstup, výstup i rychlost průtoku. V typických aplikacích se nádrž s váhou využívá v navažovacím režimu: do nádrže se přidávají různé materiály, které následně tvoří jedinou šarži. Po smíchání materiálů se nádrž použije v odvažovacím režimu k plnění expedičních obalů. Některé terminály mohou ovládat plnění a/nebo vyprázdňování několika nádrží s váhou souběžně. U jedné váhy však lze v jediném okamžiku přesunovat (plnění nebo vyprázdňování) pouze jeden materiál. Jedná se o jedno z dříve zmíněných omezení váhové technologie, díky kterému je tato technologie vhodná k využití zejména v dávkovacích aplikacích.

Výběr vhodného dávkovacího procesu

Úvod

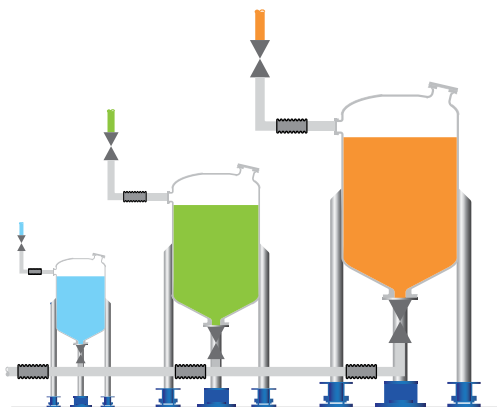
Zpracovatelská výroba se často dělí na průběžnou nebo dávkovací. Průběžnou výrobu charakterizuje průběžný průtok surovin a přeměna materiálů na hotový výrobek za pohybu. Jedná se zpravidla o velkovýrobní průmysl, kde lze vyhrazení celého procesu jedinému výrobku snadno odůvodnit. Mezi příklady můžeme uvést výrobu cementu, rafinaci ropy a výrobu elektrické energie. Dávkovou výrobu charakterizuje přerušovaný tok surovin, jejich přeměna ve výrobek v dávkách a rovněž přerušovaný tok hotových výrobků. Dávková výroba se uplatňuje zpravidla ve výrobě menšího objemu, v provozech využívajících množství různých surovin k výrobě širšího sortimentu hotových výrobků. Často zde dochází ke změnám nastavení výrobních linek. Dávkovou výrobu využívá mnoho různých odvětví, například potravinářský, farmaceutický a chemický průmysl. Váhová technologie je pro dávkovou výrobu velmi vhodná a v těchto odvětvích se i úspěšně uplatňuje.



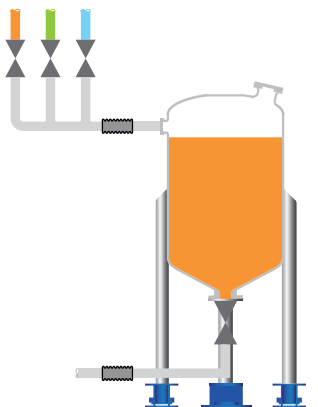
Dávkování lze rozdělit na souběžné, sekvenční a kumulativní. Každá z těchto metod dávkování má své silné i slabé stránky a výrazně ovlivňuje dosažitelnou přesnost systému, jak je uvedeno v následujících odstavcích.

Souběžné dávkování

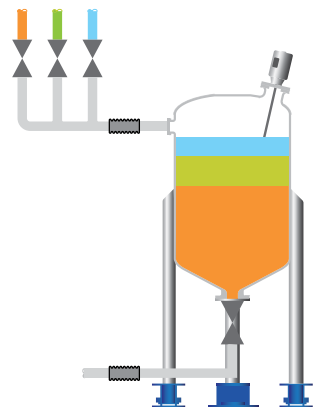
Souběžné (někdy také horizontální) dávkování vyžaduje, aby každé surovině byla přiřazena jedna váha, jak je znázorněno na obrázku 5. Každý materiál se váží samostatně a poté je přesunut do míchací nádrže nebo na výrobní linku k dalšímu zpracování. Jelikož každý materiál se váží na samostatné váze, lze váživost každé váhy optimalizovat pro jednotlivé materiály, a tak dosáhnout velmi vysoké přesnosti. Jedná se také o nejrychlejší způsob souběžného vážení materiálů. Nevýhodou jsou nejvyšší investice do zařízení. Podrobný seznam všech kladů a záporů je uveden v tabulce na následující straně.



Obrázek 5: Souběžné dávkování



Obrázek 6: Sekvenční dávkování



Obrázek 7: Kumulační dávkování

Sekvenční dávkování

V případě sekvenčního dávkování (obrázek 6) se jediná váha používá k postupnému odvažování jednotlivých přísad. Různé materiály se mohou shromažďovat v oddělené míchací nádrži nebo odesílat k dalšímu zpracování. Výhodami této metody jsou malé fyzické rozměry a nejnižší náklady. Nevýhodou je naopak nejpomalejší provoz.

Kumulativní dávkování

U kumulativního (neboli vertikálního) dávkování je uspořádání vah stejné jako v případě sekvenčního dávkování, ale nádrž zde musí být dostatečně velká, aby dokázala pojmout celou dávku (viz obrázek 7). Jednotlivé materiály jsou přivažovány postupně a shromažďovány v nádrži, dokud celá dávka není dokončena. Hlavní výhodou této metody je skutečnost, že všechny materiály se nacházejí v jediné nádrži a další zpracovatelské úkony, například míchání nebo rozpouštění, se mohou odehrát zde, tj. bez potřeby dalšího vybavení. Nevýhodou je nutnost velké váživosti váhy, která není vhodná k vážení malých množství přísad a která je tudíž nejméně přesná.

Shrnutí

Výhody a nevýhody všech tří metod uvedených výše jsou shrnuty v následující tabulce:

Porovnání metod dávkování

Parametr	Metoda		
	Souběžná	Sekvenční	Kumulační
Optimalizace váživosti váhy dle materiálu ¹	+++	++	+
Přesnost ²	+++	++	+
Rychlost provozu	+++	+ ³	++
Nejnižší cena váhy	+	+++	++
Nejjednodušší řízení	+	+++	+++
Nejmenší rozměry váhy	+	+++	++
Nejnižší riziko křížové kontaminace ⁴	+++	+	+
Možnost následného zpracování ve váze	–	–	+++
Nevyžaduje jinou nádrž coby směšovací	? ⁵	? ⁵	+++
Materiály zůstávají izolované až do přijetí dávky ⁶	+++	Ne	Ne
Váha vyžaduje přesnou kalibraci ⁷	Ano	Ne	Ne

Tabulka 1

Poznámky:

- 1: Tento parametr je obzvláště důležitý pro přesnost, jestliže se poměr surovin v receptuře výrazně liší.
- 2: Tento parametr je obzvláště důležitý, jestliže se poměr surovin v receptuře výrazně liší.
- 3: Sekvenční dávkování je nejpomalejší z důvodu opakovaných vypouštěcích cyklů.
- 4: V situaci, kdy všechny suroviny nejsou využívány ve všech recepturách.
- 5: Závísí na následných procesech.
- 6: V případě výskytu chyb během dávkování je výhodnější tyto chyby odstraňovat, přepracovávat dávky nebo recyklovat suroviny v případě, jestliže tyto suroviny zůstanou oddělené až do okamžiku označení dávky za vyhovující.
- 7: U souběžného dávkování musejí být všechny váhy správně zkalibrované, aby mohly dosahovat správného podílu jednotlivých přísad v dávce. U sekvenčního a kumulačního dávkování nesprávná kalibrace váhy (která ve všech ostatních ohledech funguje správně, s vyhovující linearitou, opakovatelností atd.) znamená, že hotový výrobek bude mít chybnou absolutní hmotnost, avšak podíl jednotlivých přísad v dávce bude správný.



Obrázek 8: Vážení ručně přidávaných materiálů mimo linku

V praxi se tyto metody často kombinují, protože kombinace metod umožňuje překonat nedostatky jediné metody. Systém může například obsahovat kumulační nádrž pro vážení hlavních přísad a samostatnou sekvenční nádrž, ze které proudí materiál do kumulační nádrže a která se používá k vážení přísad s menším podílem.



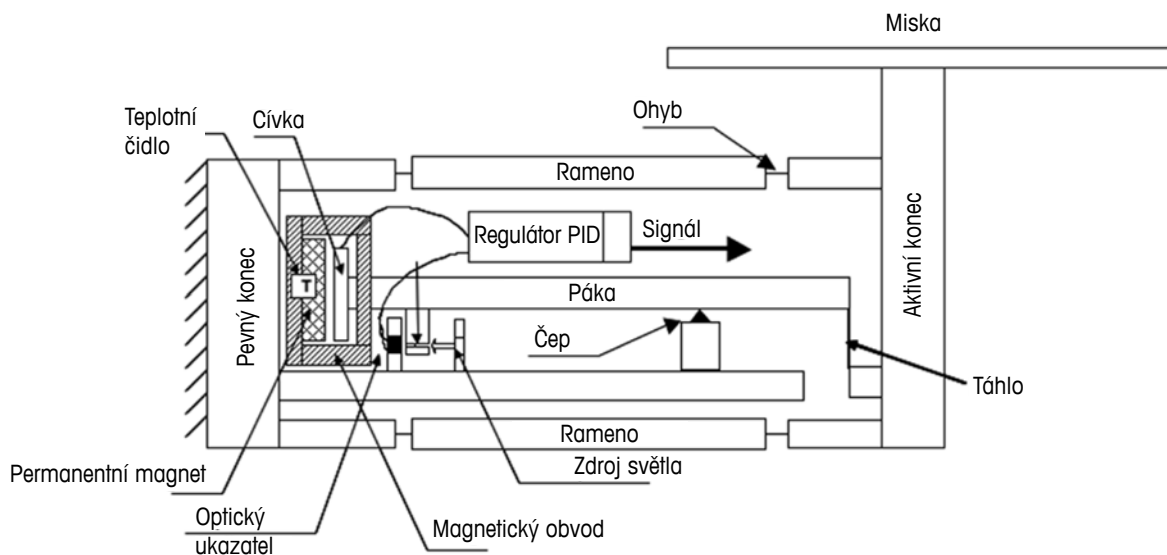
Plošinová váha K-Line s technologií obnovy magnetické síly

Přesnost všech metod dávkování lze zvýšit manuálním přidáváním přísad s menším podílem, například příchutí, esencí a barviv, po zvážení mimo výrobní linku a na vhodné váze. Takové řešení je výhodné zejména u pevných materiálů, protože odstraňuje nutnost montáže systému pro přívod pevných materiálů do nádrže. V těchto váhových aplikacích s kritickou důležitostí se obvykle uplatňují vysoce přesné plošinové váhy METTLER TOLEDO WMH nebo K-Line (viz další kapitoly).

Základy technologie

Obnovení magnetické síly

METTLER TOLEDO nabízí vysoce výkonnou technologii obnovení magnetické síly (Magnetic Force Restoration; MFR), která se v porovnání s jinými váhovými snímači uvedenými níže vyznačuje přibližně desetinásobnou přesností. Obrázek 9 obsahuje schéma snímače MFR. Popis a porovnání s tenzometrickými snímači jsou uvedeny v Seznamu použité literatury, položka 4.



Obrázek 9: Schéma snímače s technologií METTLER TOLEDO MFR



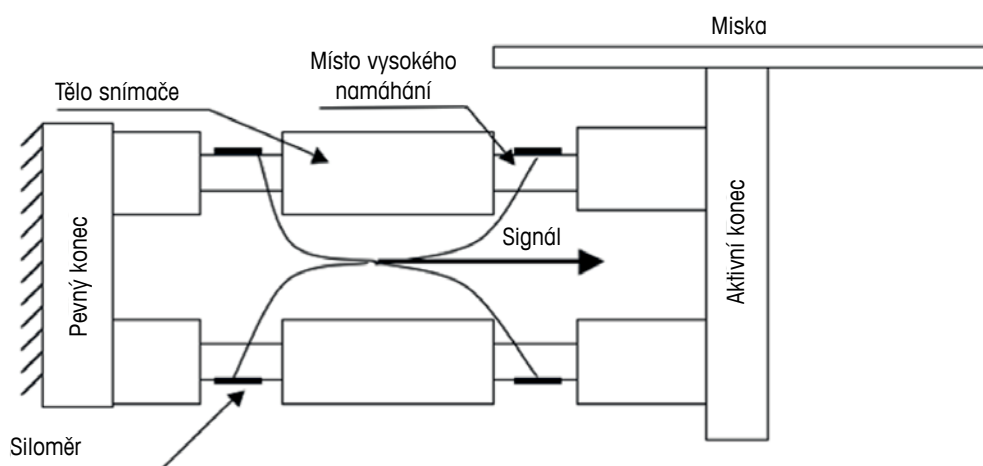
Snímač s obnovením magnetické síly (MFR) a vysokým rozlišením pro nejvyšší přesnost.



Snímač s obnovením magnetické síly uvnitř pláště se stupněm krytí PI66/67.

Siloměr

V průmyslových váhách se nejčastěji používají snímače využívající tenzometrickou technologii. Tenzometrická technologie je všestranná, protože umožňuje použití u snímačů s váživostí od 3 kg do 600 t i více. Lze je používat jednotlivě i v soustavách, např. v případě větších vah. METTLER TOLEDO nabízí montážní sady, které usnadňují integraci váhových modulů. Tyto váhové moduly jsou navrženy tak, aby splňovaly náročné požadavky na přesnost, bezpečnost a robustnost při zohlednění současných instalačních a provozních prostředí (viz Seznam použité literatury, položka 3). Metrologická přesnost může být až OIML C6 a NTEP třída IIIM, 10 000 dílků.



Obrázek 10: Siloměrový snímač



Jednobodový snímač se siloměrovou technologií. Váživost těchto snímačů se pohybuje zpravidla v rozmezí 3–2 000 kg.



Hermeticky uzavřený válcový snímač se siloměrovou technologií. Váživost těchto snímačů se pohybuje zpravidla v rozmezí 5 kg až 5 t.



Snímač tvaru S se siloměrovou technologií. Váživost těchto snímačů se pohybuje zpravidla v rozmezí 50 kg až 10 t.



Kompresní válcový snímač se siloměrovou technologií pro náročné aplikace. Váživost těchto snímačů se pohybuje zpravidla v rozmezí 7,5 t až 600 t.

PowerMount™

METTLER TOLEDO vyrábí digitální snímače od 80. let 20. století. Tyto snímače se staly pravým etalonem své třídy v celé řadě průmyslových odvětví. Jedná se o siloměrové snímače s převodníkem analogového signálu na digitální (A/D) vybavené vestavěným mikroprocesorem. V porovnání s konvenčními analogovými snímači nabízejí vyšší výkon a širší možnosti funkcí. Společnost METTLER TOLEDO nyní tuto technologii PowerCell nabízí ve svých váhových modulech PowerMount™. Tato technologie má s ohledem na procesní vážení hned několik výhod:



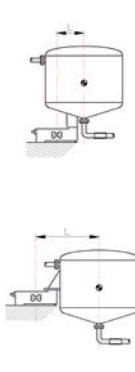
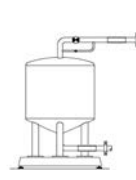
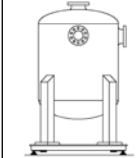
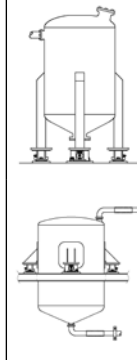
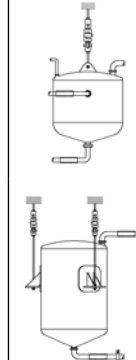
Váhový modul PowerMount™

1. Prediktivní údržba. Váha monitoruje jednotlivé snímače. Zjistí-li známky nadcházejících potíží, okamžitě upozorní uživatele.
2. Žádné slučovací skříňky, kabely jsou odpojitelné. Systém PowerMount™ funguje na principu síťového kabelu s uzavřeným cyklem, který spojuje jednotlivé snímače. Narozdíl od analogových systémů zde nejsou žádné slučovací skříňky, které bývají častou příčinou závad. Kabely snímačů lze v případě poškození jednotlivě odpojit a vyměnit.
3. Po výměně součástí se nevyžaduje recalibrace. Výstupy z digitálního snímače jsou natolik dobře sladěné, že po výměně snímače, kabelu nebo terminálu není třeba provádět recalibraci.
4. Silný digitální signál odolný vůči rádiovému a elektromagnetickému rušení. Analogový signál bývá velmi slabý. Každý přírůstek na displeji terminálu je výsledkem detekce změny signálu o velikosti přibližně 5 miliontin voltu (5 μ V).
Snímače PowerMount® používají k přenosu dat sběrnici CAN. Jedná se o velmi silný digitální signál +/- 5 V, který se zpravidla používá i v automobilovém průmyslu.
5. Vyšší výkon. Mikroprocesor, který je součástí každého snímače, zajišťuje digitální kompenzaci pro vyšší výkon na úrovni až OIML C10 a NTEP 10 000 III M.

Porovnání mezi analogovými váhovými moduly a modulem PowerMount najdete v Seznamu použité literatury, položka 5.

Výběr správného snímače/váhy

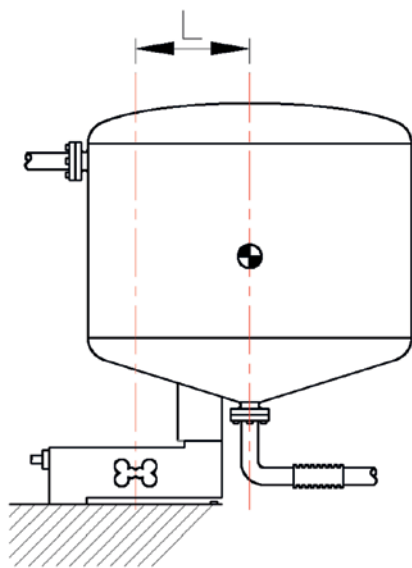
Nádrže a zásobníky se velmi liší svým objemem a požadovanou přesností, a navíc existuje několik způsobů, jak je obohatit o váhovou technologii. Jejich přehled je uveden v tabulce 2 a podrobněji rozebrán v následujících odstavcích.

						
Sloupec		1	2	3	4	5
Produkty založené na snímačích MFR		Jednobodový snímač	Stolní váha	Podlahová váha	Kompresní snímače nebo váhové moduly	Tenzometrické snímače nebo váhové moduly
Stolní váha, MFR	Horní mez váživosti: kg/lb	–	32/70	–	–	–
	Max. rozměry váhy: cm/in	–	28x35/11x14	–	–	–
	Certifikace: OIML/NTEP	–	II 32, III 6,4/ II 32, III 10	–	–	–
Podlahová váha, MFR	Horní mez váživosti: t/klb	–	–	3/6	–	–
	Max. rozměry váhy: m/ft	–	–	1,5x1,5/5x5	–	–
	Certifikace: OIML/NTEP	–	–	III 6 / –	–	–
Produkty založené na tenzometrických snímačích						
Jednobodový snímač	Počet snímačů na váhu	1	–	–	–	–
	Horní mez váživosti: t/klb	1/2,2	–	–	–	–
	Max. rozměry váhy: cm/in	Viz níže	–	–	–	–
	Certifikace: OIML/NTEP	C3/IIIS 5	–	–	–	–
Kompresní snímač nebo váhový modul	Počet snímačů na váhu	–	–	–	3+	–
	Horní mez váživosti: t/klb	–	–	–	1000/2200	–
	Max. rozměry váhy: cm/in	–	–	–	Bez omezení	–
	Certifikace: OIML/NTEP	–	–	–	C10/IIIM 10	–
Tenzometrický snímač nebo váhový modul	Počet snímačů na váhu	–	–	–	–	1+
	Horní mez váživosti: t/klb	–	–	–	–	25/55
	Max. rozměry váhy: cm/in	–	–	–	–	Bez omezení
	Certifikace: OIML/NTEP	–	–	–	–	C3/IIIM 5
Stolní váha	Horní mez váživosti: kg/lb	–	600/1000	–	–	–
	Max. rozměry váhy: cm/in	–	60x80/24x32	–	–	–
	Certifikace: OIML/NTEP	–	III 6/III 10	–	–	–
Podlahová váha	Horní mez váživosti: t/klb	–	–	12/20	–	–
	Max. rozměry váhy: m/ft	–	–	2x2/5x7	–	–
	Certifikace: OIML/NTEP	–	–	III 6/III 5	–	–

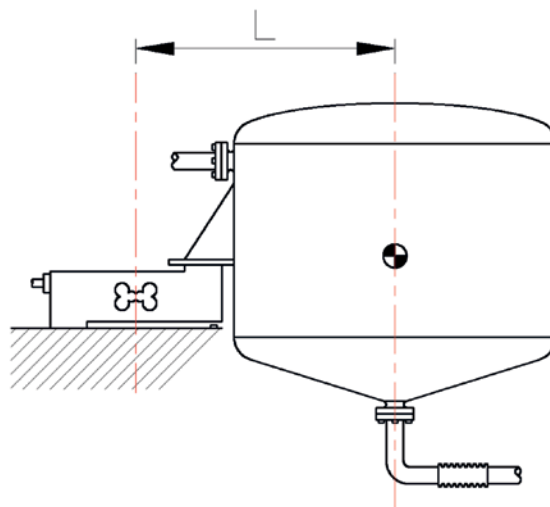
Tabulka 2

Jednobodové snímače

Obrázky 11 a 12 ukazují nádrže připevněné k jednobodovým snímačům. Tyto snímače jsou určeny k samostatnému použití a k vážení v rámci tolerance, a to navzdory bočnímu vychýlení těžiště nádrže. Jednobodové snímače se zpravidla používají ve stolních vahách, jak je uvedeno na obrázku 13 níže: jeden snímač se nachází uprostřed pod váhovou plošinou, pro kterou technické údaje stanoví maximální rozměry. Při použití způsobem uvedeným na obrázcích 11 a 12 je nevhodnější umístit těžiště nádrže rovnoběžně s podélnou osou snímače, přičemž rozměr L by neměl překročit polovinu maximálních rozměrů plošiny stanovených pro konkrétní snímač.



Obrázek 11: Malá nádrž/nádoba vážená na jednobodovém snímači



Obrázek 12: Malá nádrž/nádoba vážená na jednobodovém snímači s posunem na stranu

Například u snímače MT1241 jsou uvedeny maximální rozměry plošiny 40 × 40 cm (6 × 16 in), což znamená, že hodnota L by měla u tohoto snímače činit nejvýše 20 cm (8 in). Jestliže se hodnota L příliš blíží tomuto omezení, doporučujeme vybírat snímač spíše konzervativněji. V ideálním případě by rozměr L činil 0, čímž by se těžiště nádrže posunulo přímo nad střed snímače, avšak taková situace nastává v praxi spíše výjimečně. Snímač by měl být vybaven zádržkou proti přetížení, která předchází poškození snímače. Při takové montáži váhy z jediného místa jako v tomto případě je třeba váhu zajistit, aby případné selhání snímače nebo jiných montážních součástí nemohlo způsobit poranění osob nebo věcné škody.

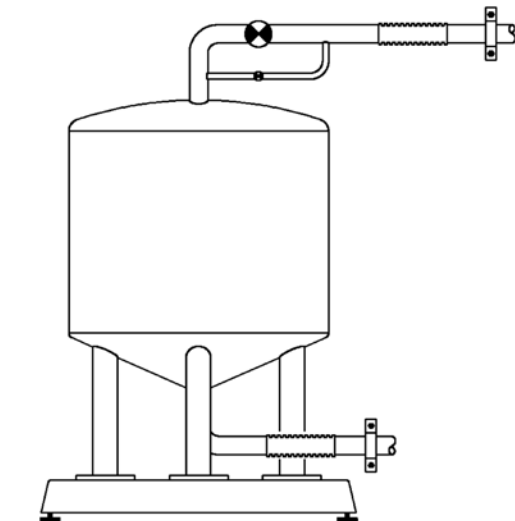
METTLER TOLEDO nabízí ucelený sortiment jednobodových snímačů s váživostí od 3 kg (7 lb) do 2 000 kg (4 400 lb) z různých materiálů, v různých úrovních ochrany a se všemi potřebnými certifikáty.



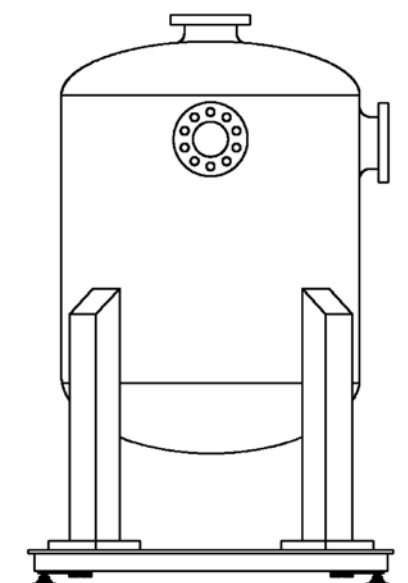
Jednobodový snímač, model MT1241

Stolní a podlahové váhy

Na obrázku 13 je uvedena malá nádrž montovaná na typické stolní váze, na obrázku 14 pak větší nádrž umístěná na podlahové váze.



Obrázek 13: Malá nádrž/nádoba vážená na stolní váze.



Obrázek 14: Nádrž/nádoba vážená na podlahové váze.

Podlahové váhy mohou být umístěné na podlaze nebo nad montážní jámou, jak je znázorněno na obrázku 21. Při použití stolní nebo podlahové váhy musí být již samotná nádrž zajištěná proti překlopení, protože váha nemůže nádrž chránit proti nadzvednutí. S vhodným umístěním nohou nádrže na vážicí plochu Vám ochotně poradí odborníci METTLER TOLEDO.

Vhodnými produkty jsou zejména základny WMH nebo K-Line s rozměry od 20 cm² (8 in²) s váživostí 3 kg (6 lb) až 1,5 m² (60 in²) a váživostí 3 000 kg (6 000 lb). S certifikací OIML a NTEP až třídy II 32,000e jsou tyto produkty přibližně desetkrát přesnější než váhy s tenzometrickými snímači a otevírají pro vážení nádrží zcela nové možnosti. Jsou k dispozici v žárově zinkovaném nebo nerezovém provedení a jsou vybavené interním závažím pro potřeby rutinní kalibrace.



Stolní váha K-Line se špičkovou váhovou technologií MFR



Podlahová váha K-Line se špičkovou váhovou technologií MFR

METTLER TOLEDO nabízí široký sortiment certifikovaných průmyslových stolních vah s tenzometrickou technologií s váživostí až 600 kg (1 000 lb) a podlahových vah s velkými rozměry plošiny a váživostí až 12 t (20 klb).

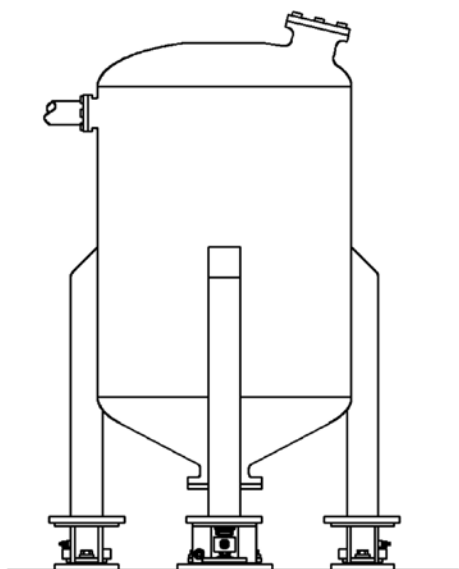


Stolní váha, model PBD655

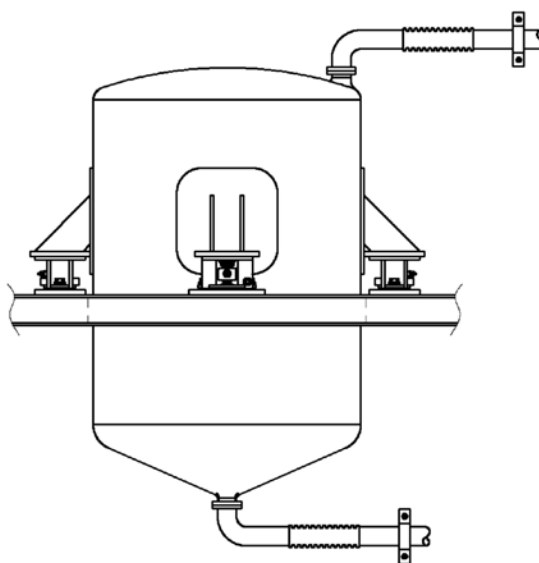


Podlahová váha, model 2256 VLC

Kompresní váhové snímače a moduly



Obrázek 15: Zásobník vážený pomocí kompresních váhových modulů



Obrázek 16: Zásobník zapuštěný do podlahy a vážený pomocí kompresních váhových modulů

Kompresní snímače a váhové moduly nabízejí největší všestrannost při dovybavení zásobníků a nádrží váhovou technologií. Stejný princip funkce lze přitom využít u nádrží s hmotností 10 kg (20 lb) i 1 000 t a více. V takovém případě je třeba použít alespoň tři kompresní snímače nebo moduly, které váhu stabilizují. U čtvercových a obdélníkových nádob se zpravidla používají čtyři snímače či moduly. Obvykle se umísťují pod nohy nádrže



Kompresní váhový modul MultiMount s tradičním tenzometrickým snímačem.



Kompresní váhový modul PowerMount s tenzometrickým snímačem a mikroprocesorem.

(jak je uvedeno na obrázku 15), nebo – v případě nádrží zapuštěných do podlahy – pod nohy připevněné k boku nádrže (viz obrázek 16). Při použití snímačů je třeba věnovat zvýšenou pozornost konstrukci uchycení a správnému přenosu zatížení i s ohledem na tepelnou roztažnost materiálů. K dispozici je montážní příslušenství, které tento úkon usnadňuje, avšak veškeré vodorovné a svislé omezovače je třeba zkonstruovat ke každé váze individuálně.

Jednodušší alternativu představuje použití váhového modulu, protože zde jsou tyto prvky již součástí konstrukce modulu. Kromě toho lze používat i váhové moduly PowerMount™, které nabízejí celou řadu dalších užitečných funkcí, jako je například prediktivní údržba.



Kvádrový snímač SLB215 se zatěžováním prostřednictvím závitového otvoru



Montážní příslušenství ke snímači SLB215 usnadňující správnou montáž



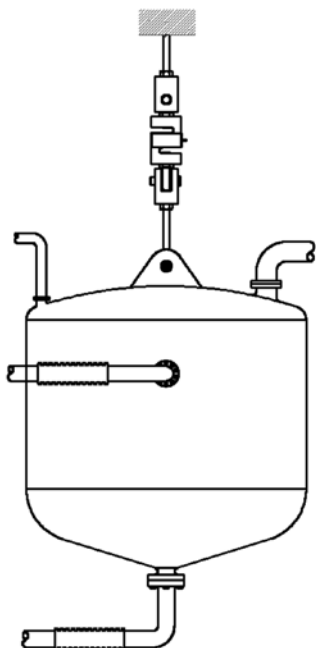
Kvádrový snímač 0745A se zatěžováním prostřednictvím jednostranného otvoru



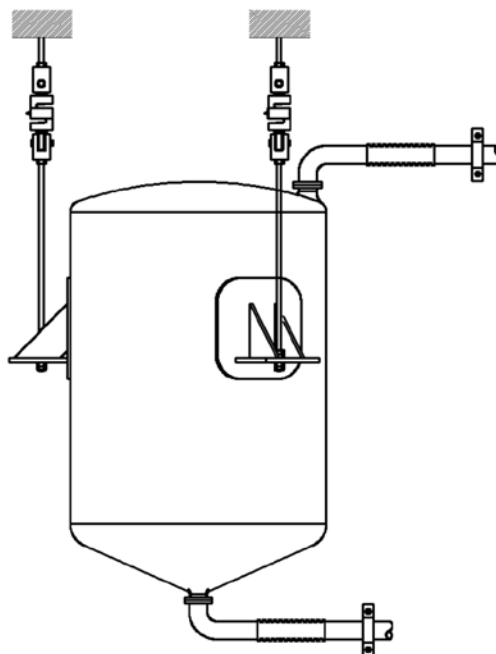
Příslušenství ke snímači 0745A pro optimální zatěžování a výkon

Tenzometrické snímače a váhové moduly

Jak je zřejmé z obrázku 17, nádrže mohou být zavěšené na jediném tenzometrickém snímači nebo váhovém modulu. Obrázek 18 ukazuje obvyklejší situaci, kdy je nádrž zavěšená na třech váhových modulech.



Obrázek 17: Vážení malé nádrže/zásobníku zavěšeného na tenzometrickém váhovém modulu



Obrázek 18: Vážení nádrže/zásobníku zavěšeného na tenzometrických váhových modulech

Jedná se o vhodné řešení v případech, kdy již nadzemní konstrukce existuje nebo kdy je třeba prostor pod vahou využít jinak. Lze je používat u vah s váživostí přibližně od 20 kg (45 lb) do 30 t.

Tento způsob montáže zpravidla vyžaduje použití vodorovných stabilizátorů, které zabrání kývání nádrže. Úroveň přesnosti je obdobná jako v případě kompresních systémů. I zde lze využít přímo snímače, nebo rovnou celé váhové moduly, například SWS310, které poskytují ideální přenos zatížení, takže umožňují pohodlnější integraci do systému.

Každá zavěšená váha musí být vybavena bezpečnostním zádržným systémem, například řetězy, tyčemi apod. (na obrázcích 17 a 18 nejsou uvedeny), který ochrání váhu a její okolí v případě závady na soustavě zavěšení.



Tenzometrický váhový modul SWS310

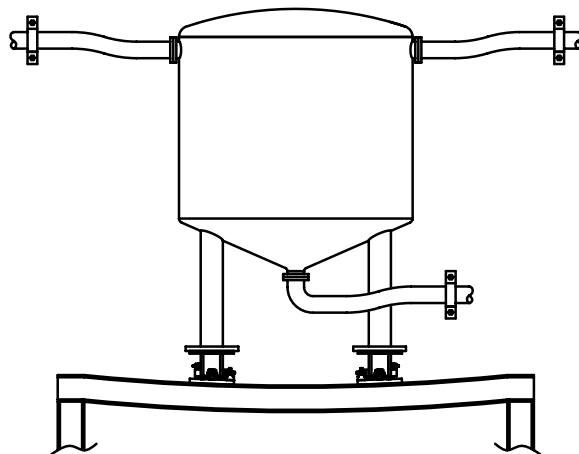
Tipy ke konstrukci a montáži vah

Potrubí

K některým váženým nádržím či zásobníkům nevede potrubí. Absence potrubí představuje velkou výhodu s ohledem na přesnost váhy. Na obrázku 19 je uvedena váha s otevřeným víkem a čtyřmi odpojenými přívodními trubkami; výstupní potrubí je rovněž odpojené a připojuje se pouze v případě potřeby. Přesnost takové váhy se může blížit omezení použité váhové technologie. Rozzebíratelné připojení potrubí je samozřejmě v některých případech nepraktické, například při práci s nebezpečnými či toxickými látkami a při práci s tlakovými nádobami.



Nádrž s odpojeným potrubím



Obrázek 19: Průhyb způsobený naplněnou nádrží s připojeným potrubím

Po připojení potrubí lze očekávat snížení přesnosti vážení. Příčina je uvedena na obrázku 19, který ukazuje naplněnou nádrž, pod níž se prohýbá podpůrná konstrukce (průhyb je na obrázku zveličený), což způsobuje odpovídající průhyb potrubí. Potrubí zde působí jako listová pružina, která na zatíženou nádrž působí zpoždovací silou a která se ohýbá směrem dolů. V závislosti na tuhosti potrubí může být zpoždovací síla velmi výrazná a může zásadně ovlivnit hmotnost, kterou váha zvaží. Pokud by potrubí tvořilo dokonale vodorovnou pružinu, byla by situace bezproblémová, protože vliv takové pružiny by bylo možno kompenzovat kalibrací. Potrubí však rozhodně netvoří ideální pružinu, například i z důvodu klouzání uvnitř potrubních příchyttek. Výsledkem je tedy váha s nízkou linearitou, hysterezí, opakovatelností a pomalým nulováním. Níže uvádíme opatření, která mohou situaci napravit:



Nádrže s několika připojenými trubkami

1. Minimalizujte průhyb váhy. Vyztužte podpůrnou konstrukci nebo – ještě lépe – umístěte nádrž do úrovně podlahy na pevný betonový základ. Pamatuje, že samotné snímače se při zatížení mírně prohýbají, zpravidla o 0,25 mm (0,010 in) při zatížení jmenovitou nosností. Toto prohýbání je podmíněno konstrukcí snímačů a nelze mu předejít.
2. Používejte ohebnější potrubí. Připojte pouze vodorovné potrubí a používejte hadice a dilatační spoje.
3. Provádějte kalibraci u zatížené váhy. Ke kalibraci váhy použijte některý z postupů, které zatěžují váhu. Tím dochází k napnutí potrubí, takže terminál váhy registruje a dokáže kompenzovat jeho tlumicí účinek na signál váhy.

Zkráceně řečeno, nejprve zmenšete vliv potrubí na přijatelný rozsah a linearitu, poté proveďte kalibraci pod zatížením, která odstraní zbytky vlivu potrubí. Podrobné informace najdete v Seznamu použité literatury, položka 1.

Podpůrná konstrukce

Podpůrná konstrukce zásobníků a nádrží představuje důležité hledisko pro bezpečnost i přesnost vážení a její význam se zvyšuje s rostoucí váživostí váhového systému. Zde jsou některé důvody:

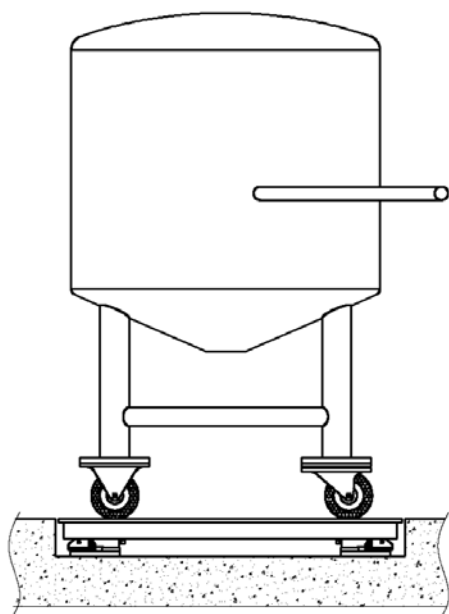
1. Svislý průhyb zatížené váhy zvýrazňuje vliv potrubí, jak je uvedeno v předešlých odstavcích.
2. Rozdílná tuhost podpěrných bodů způsobuje přenos hmotnosti mezi jednotlivé snímače, a může tak být příčinou nepřesností a poškození snímačů.
3. Při umístění několika vah na stejnou podpůrnou konstrukci bývá průhyb příčinou vzájemného ovlivňování vah během jejich plnění a vyprazdňování.
4. Váha musí být zajištěna takovým způsobem, aby celá instalace byla za každých podmínek – běžných i mimořádných – zcela bezpečná.

Podrobné informace najdete v Seznamu použité literatury, položka 1.

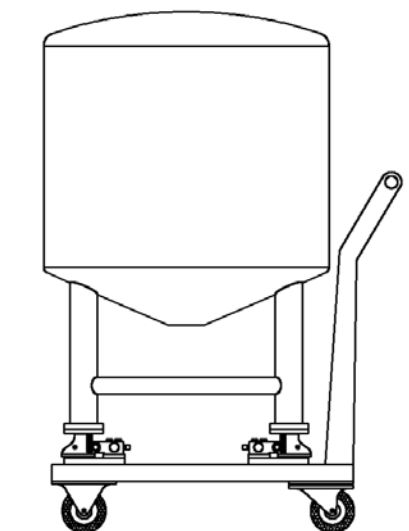
Vázení mobilních nádrží

Mobilní nádrže lze vážit, jestliže nádrž stojí na zapuštěné podlahové váze (viz obrázek 20) a toto řešení je výhodné například v situacích, kdy vážení probíhá na jediném stanovišti. Jestliže mobilní nádrž musí být vybavena svou vlastní váhou, lze snímače nebo váhové moduly zabudovat do pojezdového rámu (viz obrázek 21). Pamatujte, že pod základové desky váhových modulů je třeba umístit rám, protože v případě připevnění modulů přímo ke kolečkům by kolečka nebyla dostatečně stabilní (viz Seznam použité literatury, položka 1).

Potrubní a kabelové přípojky mobilní nádrže musejí být provedeny tak, aby umožňovaly opakované připojování a odpojování bez ztráty přesnosti.



Obrázek 20: Vázení mobilní nádrže na podlahové váze



Obrázek 21: Mobilní nádrž s vlastní mobilní váhou

Váživost snímače

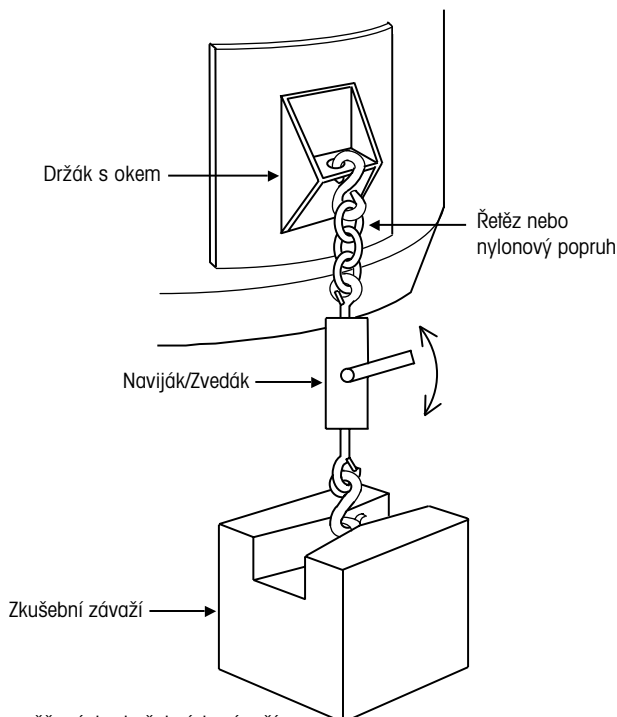
Váživost senzoru musí být zvolena vhodně s ohledem na konkrétní aplikaci. Je-li váživost příliš nízká, může dojít k poškození snímače, je-li naopak příliš vysoká, bude pracovat s nedostatečnou přesností. Obvyklý přístup spočívá v součtu všech zatížení působících na snímač/snímače, a to včetně stálého i proměnlivého zatížení (viz rovněž kapitulu „Chemické reaktory“). Součet se následně vynásobí bezpečnostním součinitelem (zpravidla 1,25) a výsledek se vydělí počtem snímačů nebo modulů. Následně se vybere snímač s výslednou váživostí nebo s váživostí, která se co nejvíce blíží výsledné hodnotě. V těchto situacích se doporučuje zaujmout spíše konzervativní postoj. Jedná se například o tyto situace:

1. Zatížení (stálé či proměnlivé) není s určitostí známo.
2. Soustředěné stálé zatížení (například u směšovače) není rozloženo rovnoměrně.
3. Je obtížné dosáhnout rovnoměrného rozložení zatížení, například při použití 3 nebo více podpěrných bodů.
4. Lze očekávat působení větru nebo seismických sil.
5. Místo působení zatížení se na váze může měnit.
6. Váha je vystavována nárazovému zatěžování.

Podrobné informace najdete v Seznamu použité literatury, položka 1.

Kalibrace

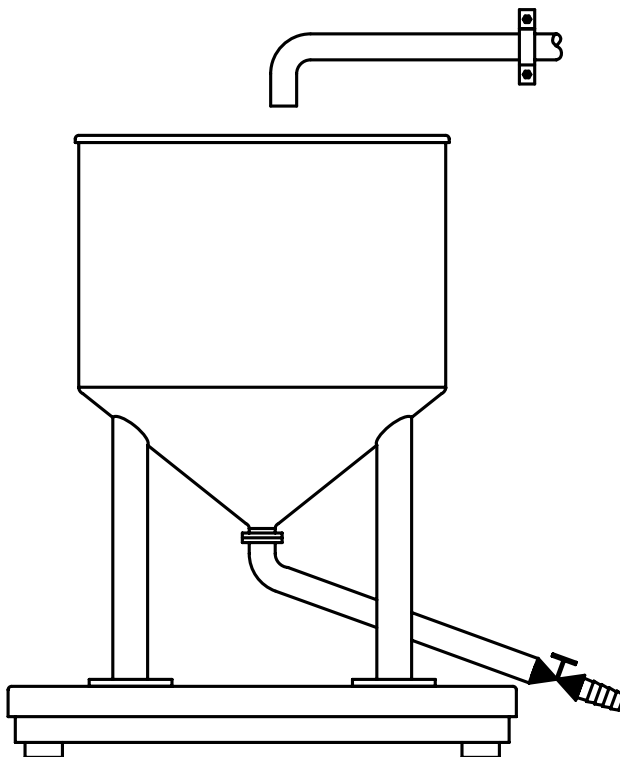
Existují různé kalibrační metody, ale všechny představují kompromis mezi přesností na straně jedné a obtížností a finančními náklady na straně druhé. V následujících odstavcích najdete popis nejdůležitějších metod. Metody jsou seřazeny od nejpřesnější po nejméně přesnou.



Obrázek 22: Kalibrace nádrže pomocí zavěšených zkušebních závaží

- 1. Zkušební závaží.** Nejpřesnější metoda je použití zkušebního závaží a tato metoda se vyžaduje u vah určených k obchodnímu využití. Kalibrace pomocí závaží je u malých vah poměrně snadná, avšak u vah s větší váživostí je obtížná a nepraktická. Nádrže a zásobníky zpravidla nedisponují rovnou plochou, na kterou by bylo možno závaží umístit, takže způsob zatížení je třeba plánovat předem: například lze na boční stěny nádrže připevnit držáky s okem, do kterého se závaží zavěsí, jak je uvedeno na obrázku 22.
- 2. Náhradní materiál.** Při použití této metody se vyžaduje pouze malé množství zkušebních závaží (5–10 % váživosti váhy). Závaží se umístí na váhu a odečtená hodnota se zaznamená. Poté se závaží z váhy sejme a váha se začne zatěžovat „náhradním“ materiálem, dokud váha nezobrazí shodnou hodnotu. Poté se na váhu opět vloží závaží a odečtená hodnota (přibližně dvojnásobek první hodnoty) se zaznamená. Závaží se sejme z váhy a váhu opět zatěžíme náhradním materiálem, dokud váha nezobrazí druhou zaznamenanou hodnotu. Tento postup se opakuje tak dlouho, dokud se na váze nebude nacházet dostatečné množství materiálu pro kalibraci. Tato metoda je v porovnání s použitím zkušebních závaží méně přesná a je poměrně pracná.

3. Přenos materiálu. Při použití této metody se materiál (například voda) zváží na samostatné referenční váze a poté se přeneše do kalibrovaného zásobníku/nádrže. Tato metoda závisí na přesnosti referenční váhy a na minimalizaci ztrát materiálu během jeho přenosu z referenční do kalibrované váhy. Je-li coby referenční váha použita přesná váha METTLER TOLEDO s technologií MFR a je-li u ní míra vlivu potrubí snížena na naprosté minimum, jak je uvedeno na obrázku 23, může být tato metoda velmi přesná.



Obrázek 23: Referenční nádrž s váhou

4. CalFree™. Jedná se o teoretickou kalibrační metodu, kterou lze využít u některých terminálů METTLER TOLEDO. Z výstupních hodnot snímačů (získaných z analogových snímačů) se vypočítá průměr, který se zadá do terminálu, který automaticky provede kalibraci. Tato metoda je velmi jednoduchá a rychlá, avšak má jistá omezení. Nedokáže kompenzovat mechanické vlivy, například vliv potrubí, ani utlumení signálu snímače způsobené délkou kabelů, použitím slučovacích skříněk nebo jiskrově bezpečných bariér v obvodu. Obvyklý limit přesnosti metody CalFree tudíž činí 0,2 %.

Ve spojení s digitální technologií PowerCell použitou ve snímačích PowerMount poskytuje metoda CalFree™ Plus nejvyšší možnou přesnost, kterou lze u teoretické kalibrace dosáhnout. Terminál odečte výstupní hodnoty přímo ze snímačů a provede kalibraci zcela automaticky. V obvodu nejsou použity slučovací skřínky a kabely nemají na digitální signály vliv. Výpočty navíc zohledňují i místní odchylky hodnoty gravitačního zrychlení „g“. Stisknutím jediného tlačítka tak lze provést kalibraci celého systému s nejvyšší přesností, jakou lze u této metody dosáhnout. Jestliže na váhu nepůsobí mechanické vlivy, například potrubí, může být přesnost i vyšší než 0,1 %.

Podrobné informace najdete v Seznamu použité literatury, položka 1.

Vliv materiálu a plnicích zařízení na přesnost

Materiály

Procesní vážení s využitím nádrží a zásobníků se týká především kapalných materiálů, ale v některých případech se do těchto kapalných materiálů přidávají plyny nebo pevné látky. V takových případech je hotovým výrobkem zpravidla tekutá pasta nebo kaše. Níže uvádíme několik hledisek, která doporučujeme zvážit ve snaze o dosažení vyšší přesnosti:

1. Materiál by měl ze skladovací nádoby do plnicího zařízení proudit stabilně a bez přerušování. To znamená, že materiál by měl v případě přerušované výroby být k dispozici v dostatečné rezervní zásobě.
2. Dávkování na základě hmotnosti neovlivňují vlastnosti materiálu v kombinaci s dalšími technologiemi, například průtokoměry. K dosažení nejvyšší úrovně přesnosti se však doporučuje snížit změny těchto vlastností, například viskozity, hustoty a zrnitosti, na nezbytné minimum. Tam, kde teplota a obsah vlhkosti výrazně ovlivňují průtokové vlastnosti materiálů, doporučujeme regulaci těchto parametrů.
3. Zajistěte regulaci tlaku kapalin před plnicími ventily. Regulace pomocí technických prostředků je obtížná, snazší je udržovat ve skladovací nádrži stabilní tlak.
4. Udržujte stabilní zásobu pevných materiálů nad úrovní přívodu, například pomocí kluzného nebo čelistového uzávěru.
5. Při nedostatečném průtoku materiálu zastavte dávkování. Opět je spustte teprve po obnovení dostatečné zásoby materiálu.

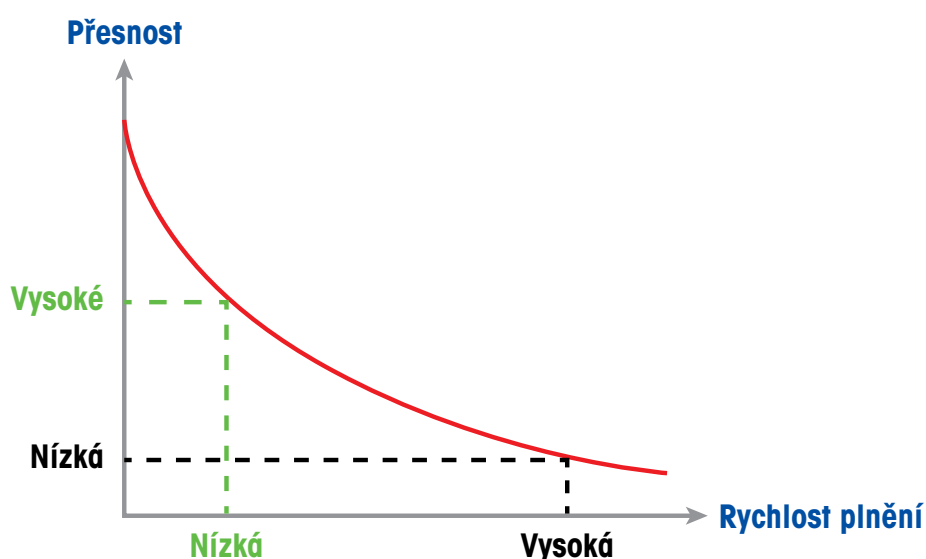
Plnicí zařízení

Pojem „plnicí zařízení“ je zde používán v nejširším smyslu slova a označuje zařízení, která zajišťují přesun materiálu i regulaci jeho průtoku, např. rotační zubové čerpadlo poháněné krokovým motorem, a zařízení, která jednoduše regulují průtok, např. ventily. Způsob fungování těchto zařízení může mít výrazný vliv na konzistentnost a přesnost dávkování. V ideálním případě by tato zařízení reagovala a uzavřela přívod materiálu okamžitě. Minimální doba reakce a provozu by měla být konstantní a neměla by záviset na vlastnostech materiálu, jako jsou viskozita a velikost/tvrdost částic. Některá plnicí zařízení jsou již ze své podstaty přesnější než jiná, ale výběr zařízení může být omezen vlastnostmi materiálu, které často rozhodují o typu plnicího zařízení. Níže uvádíme několik hledisek, která doporučujeme zvážit ve snaze o dosažení vyšší přesnosti:

1. Zařízení s motorovým pohonem se zastavují pomaleji. Délku zastavování navíc ovlivňují různé vlastnosti materiálu a technický stav zařízení. Stabilní rychlost zastavení lze dosáhnout použitím motoru s brzdou.
2. U zařízení s pneumatickým pohonem je třeba použít přípravu vzduchu a regulaci tlaku, která zajistí stabilní dobu reakce a provozu.
3. Je-li třeba použít dvourychlostní plnění, bývá zpravidla vhodné použít modulaci průtoku. V opačném případě je třeba souběžně používat plnicí zařízení s různými kapacitami a tato aktivovat selektivně.
4. Je-li třeba používat impulzové doplňování, plnicí zařízení musí být vhodné k opakované krátké aktivaci.

Rychlost a přesnost

Plnění je dynamická činnost, ve které naneštěstí vládne nepřímá úměrnost mezi rychlostí a přesností, jak je uvedeno na obrázku 24. Při vysoké rychlosti je přesnost nízká a naopak. Přesné tvar a velikost křivky závisí na řadě konkrétních okolností, zejména na použité váze a přívodním systému, celkové konstrukci, vlastnostech materiálu a okolním prostředí. Pamatujte, že jak se rychlost plnění blíží nule, přesnost vážení se blíží očekávanému výkonu statického vážení.



Obrázek 24: Rychlost a přesnost plnění

Jakmile je známa tato vlastnost, lze začít hledat kompromis vedoucí k výběru provozního bodu, při kterém bude poměr mezi vysokou přesností na straně jedné a rychlostí plnění na straně druhé nejvyváženější. Ačkoli tento dokument poskytuje čtenářům celou řadu užitečných rad ke zvyšování přesnosti, níže uvádíme několik bodů, které je třeba důkladně promyslet s ohledem na rychlost a přesnost dávkování:

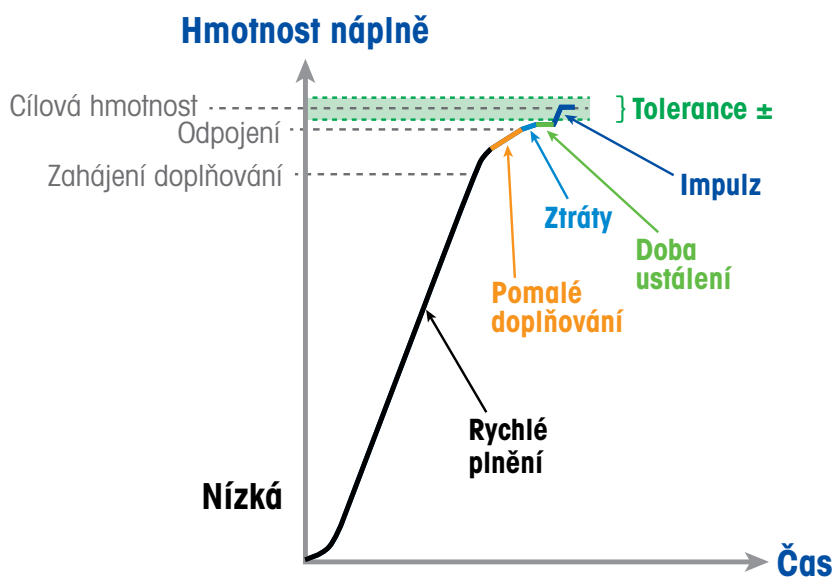
1. Způsob dávkování vybírejte velmi pečlivě, zejména existuje-li velký rozdíl v hmotnosti nejtěžší a nejlehčí přísady receptury. Posuzujte hybridní systémy a u nejdůležitějších přísad se zamyslete i nad možností ručního přidávání. Další informace najdete v kapitole Výběr vhodného dávkovacího procesu.
2. Vyberte si terminál s kvalitním převodníkem analogového signálu na digitální a vysokou interní rychlostí obnovení. Budete potřebovat vysoce přesné informace o hmotnosti a tyto informace budete potřebovat rychle, zejména jestliže potřebujete včas reagovat na důležité okamžiky v plnicím cyklu. Vysoká rychlost obnovení při odesílání pouhých primárních údajů má nižší význam než pomalejší rychlost obnovení dat zpracovaných filtračními algoritmy, například algoritmem TraxDSP od METTLER TOLEDO, které jsou přizpůsobené konkrétnímu procesnímu vybavení a prostředí. Všeobecně lze konstatovat, že filtrační algoritmy vyvinuté výrobcí váhových systémů jsou kvalitnější než algoritmy regulátorů s programovatelnou logikou (PLC) a jiných regulátorů.
3. Vyberte terminál s vysokou rychlostí obnovení vstupně-výstupní sběrnice (I/O) a plnicí systémy, které reagují a pracují rychle a opakovatelně.
4. Regulujte prostředí (mechanický a elektrický šum) a vyberte si terminál s vyspělým filtrováním, které lze přizpůsobit konkrétním podmínkám.

5. Na obrázku 25 je znázorněn jeden ze způsobů řešení rozporu mezi rychlostí a přesností plnění. Většinu nádrže lze plnit vysokou rychlostí při nízké přesnosti a ke konci plnění přejít na nižší rychlost a vyšší přesnost plnění. Jinými slovy, v provozu lze používat dvourychlostní plnění, jak je podrobněji popsáno níže. Za používání vyšší rychlosti při plnění většiny nádrže není žádný postih, tedy za předpokladu, že včas zatáhnete za brzdu a plnění dokončíte s vyšší přesností. Tento přístup k dosažení rovnováhy mezi rychlostí a přesností váhy byl v plnění hojně používán v minulosti a stejně hojně je používán i dnes.
6. Lze používat regulátor s vyspělými regulačními algoritmy, který v reálném čase vytváří matematický model ke každé náplni a který se automaticky učí a kompenzuje případné odchylky. S pomocí těchto velmi důmyslných ovladačů lze zvyšovat rychlost i přesnost při využití jediné rychlosti plnění. Viz odstavce věnované regulátoru IND780 Q.IMPACT níže.

Řízení procesů

Plnění

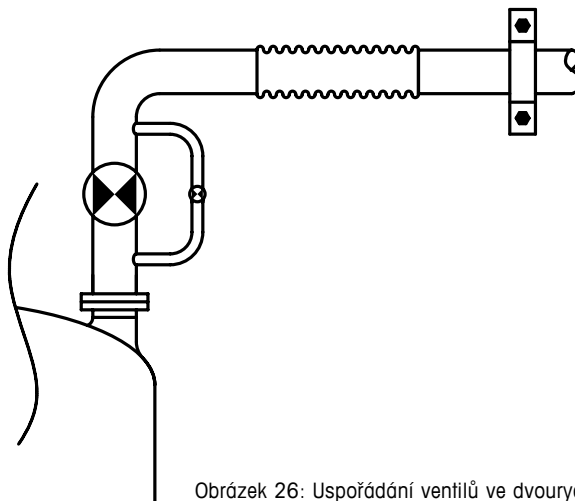
Obrázek 25 obsahuje graf přesnosti a rychlosti konvenčního dvourychlostního plnění. Některé tyto prvky lze začlenit do typických plnicích provozů, a to v závislosti na požadované přesnosti. V horní části je uvedena cílová hmotnost s \pm tolerančním pásmem. Jak je uvedeno, plnicí cyklus lze rozdělit do několika fází. Při aktivaci přívodu chvíli trvá, než průtok materiálu ve fázi rychlého plnění naběhne na stabilní průtočné množství. Tato fáze je z celého procesu nejdelší a současně zajišťuje i plnění největšího podílu cílové hmotnosti. Poté následují další fáze, které dokončí plnění tak, aby hmotnost náplně vyhovovala stanovené toleranci. Použitá terminologie je vysvětlena níže.



Obrázek 25: Dvourychlostní plnění

Rychlé plnění a doplňování

Spojení rychlého plnění a doplňování představuje dvourychlostní plnění. Tuto technologii lze využít ke zvýšení rychlosti a současně i přesnosti plnění. U tohoto postupu se většina materiálu plní velmi rychle. Po fázi rychlého plnění následuje pomalejší fáze doplňování, která umožňuje účinnější regulaci závěrečné fáze plnění. Například 97 % náplně lze plnit ve fázi rychlého plnění a poté se rychlost plnění sníží na desetinu (doplňování). Sníženou rychlostí se doplní zbylá 3 % náplně.



Obrázek 26: Uspořádání ventilů ve dvourychlostním plnění

Dvourychlostního plnění lze dosáhnout například proměnlivými otáčkami pohonu šneku nebo turniketových podavačů.

U kapalin může být účinnější zapojit vedle sebe dva jednoduché zavírací ventily (viz obrázek 26). Hlavní větev vedení může mít desetkrát vyšší průtok než odbočka. Během rychlého plnění jsou oba ventily otevřené a při doplňování může být ventil ve větším potrubí zavřený.

Ztráty

Když plnicí zařízení uzavře průtok, je určité množství materiálu stále ještě v pohybu. Tento materiál již opustil plnicí nádobu, ale ještě nebyl zaregistrován váhou. Takový materiál se označuje coby ztráta nebo „preaktivní množství“.

Je zřejmé, že množství ztráty závisí na výšce plnicí hlavičky nad hladinou již naplněného materiálu a na aktuální rychlosti plnění. Některé terminály dokáží tyto ztráty kompenzovat předčasným zastavením přívodu, ale ztráty jsou samozřejmě proměnlivé a případnou chybovost je třeba snížit na minimum. Zde je několik návrhů k minimalizaci ztrát a zvýšení přesnosti:

1. Co nejvíce zkrátte vzdálenost mezi ventily nebo plnicím zařízením a nádrží.
2. Pomocí dvourychlostního plnění snižte před odpojením přívodu průtok.

Pamatujte, že v odvažovacích provozech je třeba počítat i s množstvím materiálu, který unikne z váhy, než se plnicí zařízení zcela uzavře. Ztráty však u tohoto způsobu vážení nehrají roli.

Impulz

Funkce impulsu na okamžik aktivuje plnicí, aby zajistila doplnění malého množství materiálu do nedostatečně naplněné nádře. V běžném provozu by se nádrž běžným způsobem naplnila a před porovnáním hmotnosti náplně s cílovou hmotností by se náplň nejdříve ustálila. Je-li hmotnost naplněné nádoby nižší než požadovaná hmotnost, lze k nápravě využít funkci impulsu. Využití impulzového plnění je tedy výhodné při výskytu nedostatečného naplnění.

Ovládání

V manuálním provozu váha zobrazuje hmotnost nádoby obsluhu, která ovládá plnicí zařízení, dle potřeby upravuje hmotnost náplně a rozhoduje, zda hmotnost náplně vyhovuje stanoveným limitům. Tuto činnost obsluha opakuje u každé přísady a rozhoduje, zda je celá dávka v pořádku. V takových provozech nemusí být terminál vybaven vstupy a výstupy. Může však odesílat údaje o hmotnosti přísad a dávky do jiného systému pro účely kontroly zásob a zajištění sledovatelnosti. V takové aplikaci lze využít libovolný jednoduchý terminál METTLER TOLEDO.



Obrázek 27: Provoz s manuálním plněním

Obvyklejší je situace, kdy váha ovládá plnicí přístroje s různým stupněm automatizace. Systémy mohou být i plně automatické. V takovém případě váha u každé přísady kontroluje dodržování tolerancí a sama rozhoduje, zda lze dávku akceptovat. Na obrázku 27 je váha s nádrží s analogovými váhovými moduly. Zde je kabeláž snímačů vedena do slučovací skříňky, kde se vypočítává součet hodnot, a kabeláž slučovací skříňky do terminálu. Níže uvádíme tři možnosti regulace plnění:

1. V samostatných systémech mohou terminály, jako jsou modely METTLER TOLEDO IND560, IND690 nebo IND780, ovládat jednoduchý nebo středně složitý dávkovací systém, který jinak nevyžaduje regulátor s programovatelnou logikou/automatizací (PLC/PAC). Tyto terminály jsou vybavené volitelným aplikačním softwarem, který je navržen pro účely plnicích aplikací a který dokáže ovládat veškeré funkce uvedené v předchozích odstavcích.



Plnicí terminál IND560Fill

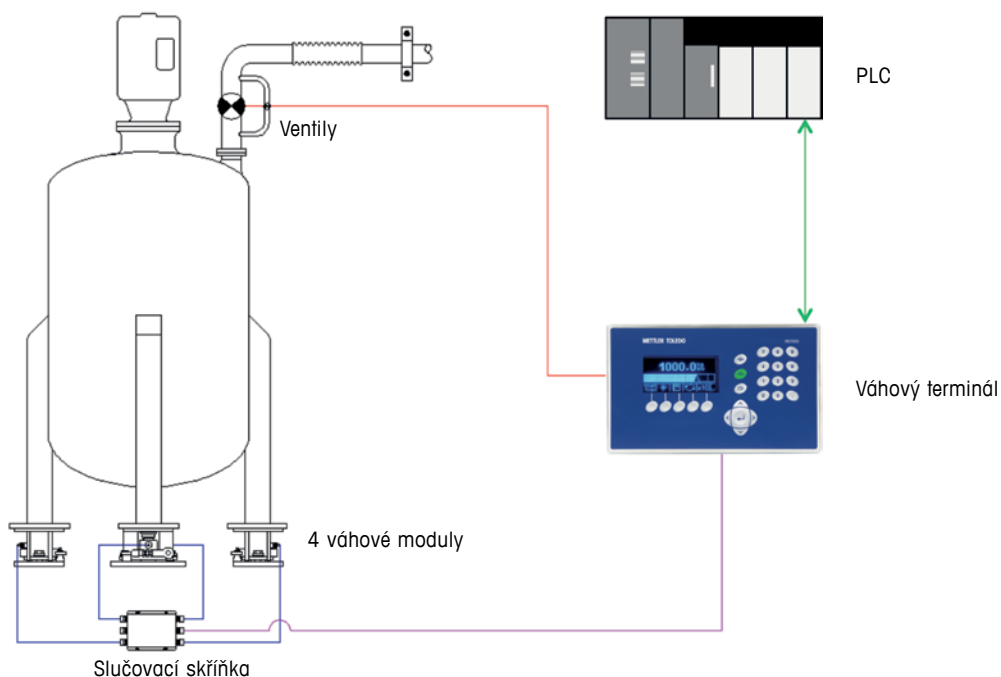
2. Lze použít i jednoduchý terminál, například model IND131, který bude odesílat údaje o hmotnosti pouze do systému PLC/PAC. Systém PLC/PAC poté zajišťuje všechny ostatní regulační funkce.



Terminál IND131 do kolejnice DIN

3. Na obrázku 28 je znázorněn hybridní systém. Zde regulaci plnění zajišťuje terminál, například IND560, IND690 nebo IND780, a nadřazený systém PLC/PAC ovládá celý proces. Systém PLC/PAC může rozhodovat, kdy bude probíhat plnění, a regulovat parametry dávkování, například cílovou hmotnost a toleranci každé přísady. Tyto informace se však stahují do terminálu, který samostatně spouští samotné dávkování. Po dokončení dávky terminál odešle protokol do systému PLC/PAC pro účely vedení záznamů, kontroly zásob apod.

Tento přístup se vyznačuje několika výhodami. Funkce terminálu jsou vyhrazeny odečítání údajů o hmotnosti a ovládání plicního zařízení, což jsou procesy, které představují jádro každého dávkovacího provozu. Důležité je zejména včasné uzavření přívodu a terminál tuto funkci dokáže vykonávat nejrychleji a bez zahlcení jinými pokyny. Terminály jsou navíc vybaveny softwarovými balíčky. Software bývá navržen se zvláštním ohledem na potřeby vyspělé regulace plnění a dávkování. Přístup uvedený v bodu 2 obsahuje několik zařízení zapojených do smyčky. Zde existuje nebezpečí vzniku prodlev, a to zejména na úrovni systému PLC/PAC, jestliže se systém aktuálně věnuje jiné činnosti, například uzavírání přívodu.



Obrázek 28: Hybridní systém pro regulaci dávkování, obsahující systém PLC a váhový terminál.

Terminály

Terminál je klíčovou součástí každého váhového systému. Odesílá budičí napětí do analogových snímačů a přijímá jejich analogový signál. Převádí jej na digitální, zajišťuje filtrování a zpracování signálu a odesílá kalibrovanou váhovou hodnotu na displej, do řídicího systému a/nebo do dalších zařízení.



IND560
Terminál

A/D konverze a filtrování

Převodník analogového signálu na digitální představuje srdce provozu. Konverze signálu musí být v plnicích provozech velmi rychlá, aby dokázala sledovat průběh plnění a ve správný okamžik odeslat signál k uzavření přívodu materiálu. Analogový signál bývá bohužel kontaminován elektrickým šumem z blízkých elektrických zařízení a mechanickým šumem z jiných strojů, například míchadel, čerpadel, zhuňovačů nebo i ze samotného plnicího zařízení.

Systém METTLER TOLEDO TraxDSP™ kombinuje ultrarychlou technologii A/D převodu s rychlostí až 366 Hz, nastavitelné, vícefázové digitální filtry a patentované kompenzační algoritmy. Tato kombinace nepřetržitě a rychle sleduje část signálu, která obsahuje informaci o skutečné hmotnosti. Mechanický a elektrický šum jsou v každé instalaci odlišné (liší se například frekvencí a amplitudou). Systém TraxDSP™ lze proto nastavit na konkrétní provozní podmínky, a tak optimalizovat rychlost, stabilitu a přesnost. Tím lze dosáhnout velmi vysoké rychlosti porovnávání 50 Hz a zajistit nejvyšší přesnost plnění a dávkování. Systém TraxDSP™ je standardní součástí procesních terminálů, jako jsou například modely IND131, IND560 a IND780.



Externí I/O modul ARM100

Digitální I/O

Propracovanější terminály bývají vybaveny řadou interních a externích funkcí ovládaných prostřednictvím digitálních vstupů a výstupů. Interní funkce I/O bývají omezené, ale zpravidla jsou dostatečné do jednoduchých plnicích a dávkovacích provozů. Mnoho terminálů využívá externí I/O moduly, například METTLER TOLEDO ARM100, které mohou pracovat ve složitějších systémech.

Možnosti připojení

Možnosti připojení jsou v dnešním světě vždy velmi důležité a naše terminály nabízejí široký sortiment standardních i volitelných sériových rozhraní, například RS232/422/485 i rozhraní Ethernet TCP/IP a PLC. Jejich přehled je uveden v tabulce 3.

Rozhraní PLC
• 4–20 mA analogové
• AB RIO
• ControlNet
• DeviceNet
• EtherNet/IP
• Modbus RTU
• Modbus TCP
• Profibus DP
• Profinet
• CC-Link

Tabulka 3:

IND780batch

Terminál METTLER TOLEDO IND780batch v sobě spojuje několik možností regulace a snadnou konfiguraci s možnostmi použití v aplikacích obsahujících až čtyři váhy. Mezi jeho vlastnosti a výhody se řadí:

- Shoda s normou ISA S88, konzistentní protokol dávkování,
- Až 40 vstupů a 56 výstupů umožňuje maximální flexibilitu nastavení kontroly,
- Uložení až 1 000 receptur, z nichž každá může obsahovat až 99 kroků s možností regulace 42 automatických přívodů materiálů,
- Nastavitelná změna měřítka receptury během výroby a využití smyček receptur,
- Manuální, poloautomatický a automatický režim s uživatelskými zprávami a jednoduché shromažďování dat,
- Počítačový konfigurační software BatchTool 780 usnadňuje tvorbu receptur a objednávek, vedení záznamů o sledování a dohledatelnosti, nastavení zabezpečení, přípravu protokolů o použití a zálohování a obnovení konfigurace,
- Obrazovky s náhledy přístrojů obsahují informace o stavu systému pro účely rozšířené diagnostiky.



Terminál IND780

Terminál IND780batch zabudovaný ve skříni umožňuje provoz jedné váhy a dále nabízí tyto vlastnosti a funkce:

- samostatný kontrolní terminál do dávkovacích aplikací,
- logika na 10 automatických materiálů, jedna k vyprázdnění materiálu a jedna pro účely pomocné kontroly,
- tlačítka Spustit/Pokračovat a Pozastavit/Přerušit,
- světelná signalizace stavu.



Terminál IND780batch zabudovaný ve skříni

Regulátor IND780 Q.iMPACT

Terminál IND780 s vyspělým softwarem Q.iMPACT pro přenos materiálu představuje nejmodernější přístroj mezi regulátory plnění a dávkování. Patentované algoritmy prediktivní a adaptivní regulace vytvářejí v reálném čase matematický model každého plnicího cyklu a režim učení automaticky kompenzuje přirozenou procesní variabilitu. Systém využívá jednoduché, jednorychlostní ovládání zapnuto/vypnuto, takže výrazně přispívá ke zjednodušení celého systému a k nízkým nákladům na jeho pořízení a údržbu. Jednoduché, jednorychlostní plnění je v tomto případě rychlejší a přesnější než konvenční systémy. Zákazník s ním proto může dosahovat vyšší průchodnost s nižšími celkovými náklady a současně zvyšovat kvalitu a stabilitu výroby. Specializovaný počítačový konfigurační nástroj usnadňuje nastavení a konfiguraci systému.



Terminál IND780 Q.iMPACT

Chemické reaktory

Chemické reaktory představují z hlediska vážení řadu obtížných úkolů, které rozebíráme v následujících odstavcích. Některé z uvedených podmínek se vztahují i na vážení nádrží, zpravidla ale pouze v omezeném rozsahu.



Obrázek 29: Vážicí nádoba

Typy reaktorů a možnosti využití váhové technologie

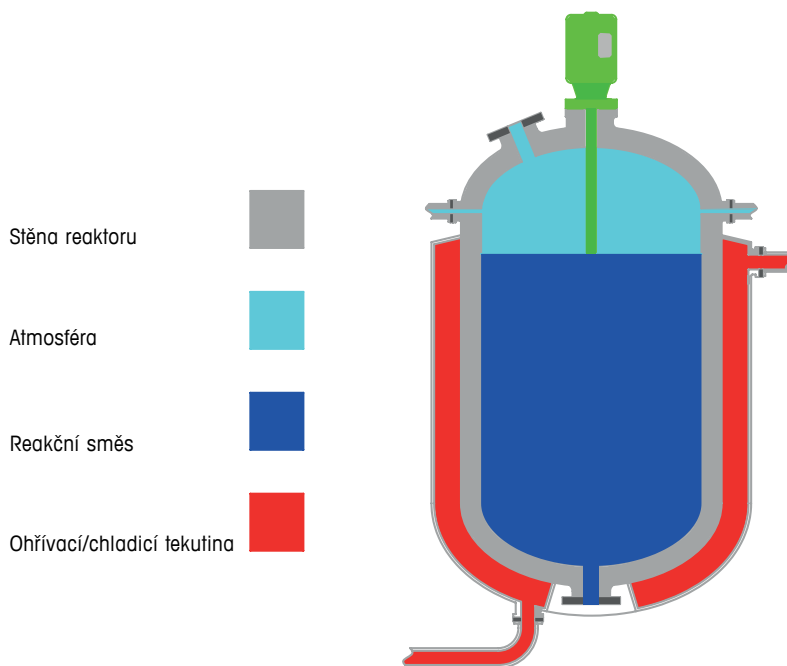
Vsádkový reaktor je nádoba, jejíž příklad je uveden na obrázku 29. Do této nádoby se veškeré suroviny (reaktanty, katalyzátor a reagenty) vkládají před zahájením reakce, tj. například v případě endotermní reakce před zvýšením teploty reakční směsi. V průběhu reakce se do nádoby žádný materiál nepřidává, ani se z ní žádný materiál neodpouští. Produkt a odpad se vypouštějí teprve po dokončení reakce.

U poloprůtočného vsádkového reaktoru se, stejně jako v případě běžného vsádkového reaktoru, nacházejí veškeré suroviny v reaktoru již od začátku, avšak tentokrát s výjimkou jednoho reaktantu. Dávkování tohoto reaktantu je postupné a reguluje rychlost reakce. Dalším režimem se poloprůtočný vsádkový reaktor spouští již se všemi materiály, stejně jako běžný vsádkový reaktor, ale produkt reakce se odebírá regulovanou rychlostí již v průběhu reakce. Tento případ není příliš častý, ale poloprůtočný vsádkový reaktor může být využíván oběma způsoby: s dávkováním reaktantu a odběrem výrobku nebo odpadu v průběhu reakce.

Jednou z možností řízení na základě hmotnosti je nadávkovat materiály do nádrže s váhou pomocí souběžného nebo sekvenčního dávkování, jak je uvedeno v předchozích kapitolách, přičemž nadávkované materiály lze z vážené nádrže/nádrží vypouštět přímo do reaktoru.

Další možností je vybavit váhou samotný reaktor a k přívodu materiálů k reakci použít kumulační dávkování. V případě poloprůtočných vsádkových reaktorů může váha sloužit i k řízení dávkování dalších reaktantů nebo odběru výrobku. Jedinou problematickou situací je případ, kdy by dávkování materiálů a odpouštění produktu musely probíhat souběžně.

Průtočný míchaný reaktor je fyzicky shodný s vsádkovým a poloprůtočným vsádkovým reaktorem, ale jak již jeho označení napovídá, zde jsou materiály přidávány a reakční produkty odváděny nepřetržitě. U těchto reaktorů nelze váhovou technologii používat a nelze ji používat ani u dalších typů reaktorů, které fungují na principu průběžného průtoku látek.



Obrázek 30: Řez typickým vsádkovým reaktorem

Stálé zatížení

Podívejte se na obrázek 30, který obsahuje řez typickým vsádkovým reaktorem. Stálé zatížení reaktoru ovlivňuje množství faktorů, které není z hlediska přesnosti právě žádoucí. Stručný popis těchto faktorů uvádíme níže.

1. Jelikož reaktory se často provozují za vysokého tlaku, tloušťka jejich stěn může být mnohem větší než u běžných nádrží. Reaktory mohou být vyrobeny z oceli se skleněným nebo keramickým pláštěm, který ještě více zvyšuje vlastní hmotnost reaktoru.
2. Reaktory bývají často vybaveny míchadlem. Míchadlo se svými přírubami, ventily a dalším příslušenstvím rovněž přispívá k vlastní hmotnosti reaktoru.
3. Většina reaktorů bývá vybavena topnou spirálou nebo ohřívacím/chladicím pláštěm (viz obrázek 30). K vlastní hmotnosti reaktoru tudíž přispívá i plášť a zejména jeho náplň. Takový reaktor bývá navíc zpravidla vybaven izolací a vnějším nerezovým pláštěm, které opět zvyšují hmotnost reaktoru.

Vlastní hmotnost reaktoru může být v některých případech vyšší než celková hmotnost vsádky a samozřejmě než hmotnost reagentů, kterých se přidává pouze malé množství. METTLER TOLEDO nabízí snímače a váhové moduly s váživostí až 600 t i více, takže samotná vysoká hmotnost reaktoru není nikterak problematická. U takto vysokých hmotností se však snižuje přesnost, což může představovat jisté riziko zejména u malých množstvích reagentů.

Při posuzování váživosti požadované váhy, snímače nebo váhového modulu je proto nezbytné pamatovat na všechny položky, které jakkoli ovlivňují výpočet vlastní hmotnosti reaktoru, tj. stálého zatížení váhy.

Systémy s více tekutinami

Při vážení reaktoru nás zajímá hmotnost reakční směsi, například při dávkování materiálů. Váha však slouží i k vážení některých jiných tekutin, a jestliže se jejich hmotnost během procesu mění, dochází k chybám.

Ohřívací/chladicí tekutiny

Každá změna hmotnosti ohřívací/chladicí tekutiny u váženého reaktoru přímo ovlivní přesnost vážení. Uvážíme-li změnu teploty, ke které u reaktorů docházíme, může být chyba vážení velmi výrazná. Je třeba vzít v úvahu změnu vnitřního objemu a hustoty média v ohřívacím plášti, která je výsledkem změn teploty. U systémů s parním ohřevem je během vážení třeba zajistit stabilní akumulaci kondenzátu.

Atmosféra

V reaktorech jsou vyšší hodnoty tlaku často používány k urychlení reakce. Dochází-li ke změnám tlaku během vážení, je třeba vzít v úvahu i změnu hmotnosti atmosféry přítomné v reaktoru. Například u vzduchu při stabilní teplotě 21 C (70 F) činí hustota 1,2 kg/m³ (0,075 lb/ft³) při piezometrickém tlaku 0 Pa (0 psi), ale při tlaku 6 895 kPa (1 000 psi) již jeho hustota činí 83 kg/m³ (5,18 lb/ft³). S teplotou se samozřejmě mění i hustota plynů.

Tlakové soustavy navíc představují některé potíže, které souvisejí s připojeným potrubím. Jak jsme již zmínili v předchozích kapitolách, přípojky k zásobníkům a nádržím je vhodné provést z hadic nebo dilatačních spojů. Tyto spoje však mohou při vystavení změn tlaku působit jako „pneumatické válce“ a vyvíjet na váhu nežádoucí síly. Situace je obzvláště špatná, jestliže se hadice nebo dilatační spoj nacházejí v potrubí, které je k váze připojeno ve svislém směru. Podrobné informace najdete v Seznamu použité literatury, položka 1.



Horní část reaktoru prostupující do dalšího podlaží s dostatečnou prostorovou rezervou k pohybu



Dolní část reaktoru připevněného k flexibilním kompresním váhovým modulům

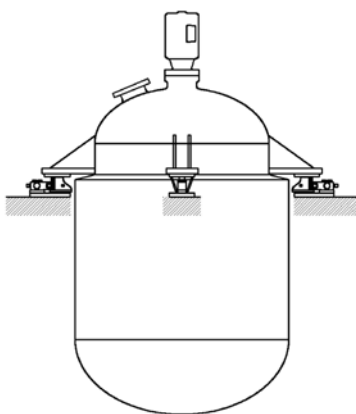
Některé reakce způsobují tvorbu plynů, a jsou-li tyto plyny odváděny z reaktoru, hmotnost reaktoru se příslušným způsobem sníží.

Pamatujte rovněž na poloprůtočné procesy, kde je plynný reaktant přidáván do reakční směsi během chemické reakce. V takových případech se zpravidla reakční plyn přidává a přebytečný plyn odvádí průběžně. Nárůst hmotnosti reakční směsi se tedy zjevně rovná hmotnosti přidaného plynu mínus hmotnost odvětraného plynu.

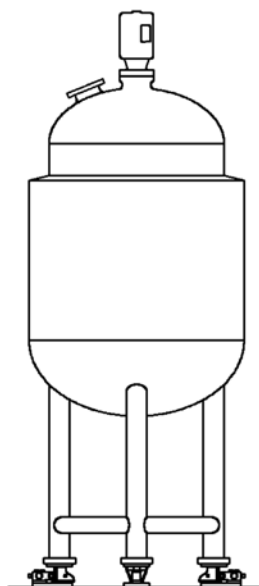
Teplota

Snímače jsou citlivé na změny teploty, a to jak s ohledem na nulový výstup, tak s ohledem na citlivost. Tyto vlivy se kompenzují již při výrobě a snímače s osvědčením ke komerčnímu provozu se justují na nejmenší možné tolerance. Určitá míra citlivosti však stále zůstává, a z hlediska přesnosti je proto vhodné co nejvíce omezit změny teploty snímače v každé aplikaci. V technických údajích každého snímače bývá uveden rozsah provozních teplot. Mimo tento rozsah může docházet ke snížení výkonu snímače, nebo dokonce k jeho poškození. I proto je vhodné omezit extrémní výkyvy teplot, kterým by snímač mohl být vystaven.

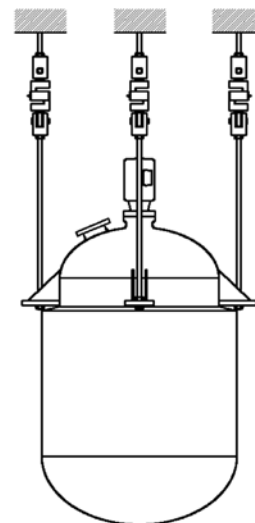
Tento požadavek je obzvláště důležitý u reaktorů, které zpravidla pracují za teplot velmi vzdálených běžné okolní teplotě. Na obrázku 31 je uveden nejméně vhodný způsob montáže z důvodu krátké přenosové vzdálenosti tepla ke snímači. Obrázky 32 a 33 obsahují výhodnější situace, kde je přenosová vzdálenost delší.



Obrázek 31: Reaktor zapouštěný do podlahy a vážený na kompresních váhových modulech



Obrázek 32: Reaktor s vyztuženými nohami vážený na kompresních váhových modulech



Obrázek 33: Reaktor vážený na tenzometrických váhových modulech

Nelze-li zvolit jiný způsob montáže než ten, který je uveden na obrázku 31, lze váhové moduly METTLER TOLEDO ochránit speciální tepelnou izolací. Izolace se montuje mezi horní desku váhového modulu a nádobu. Snímače by se měly nacházet co nejdál od vstupu ohřívací/chladicí tekutiny, který bývá nejteplejším, resp. nejchladnějším místem na nádobě.

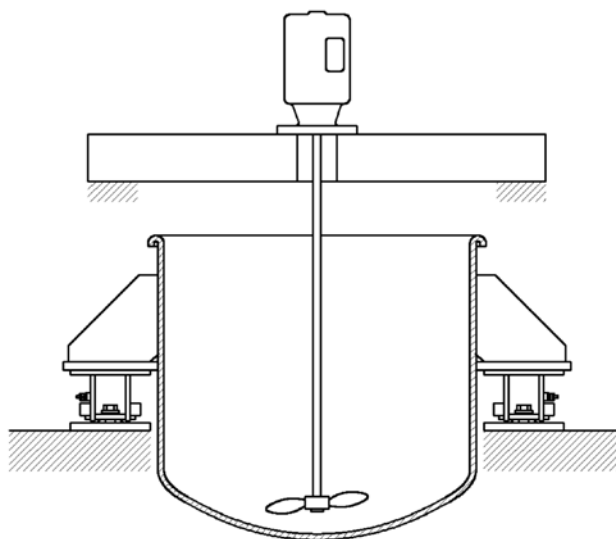
Stručně řečeno, je-li snímač vystavován sálavému teplu, lze jej snadno ochránit umístěním kovového štítu mezi snímač a zdroj tepla.

Vibrace

Jak je uvedeno na obrázku 34, reaktory bývají vybaveny míchadly, která mohou být v poměru k objemu nádoby velmi velká. Provoz míchadel může způsobovat oscilace a vibrace váhy a rušit jejich elektrický signál. Takové rušení ovlivňuje přesnost váhy. Existuje několik postupů, které mohou tyto nežádoucí vlivy zmírnit:

1. Je-li to možné, nepoužívejte míchadlo během vážení.
2. Je-li váhový modul vybaven samovyrovnávacím závěsem, použijte ke stabilizaci váhy vodorovné stabilizátory. K některým váhovým modulům METTLER TOLEDO jsou k dispozici volitelné stabilizátory.
3. K většině váhových modulů METTLER TOLEDO lze zakoupit tlumiče nárazů/vibrací, které se umísťují mezi horní desku váhového modulu a nádobu s míchadlem.
4. Používejte terminál METTLER TOLEDO vybavený systémem TraxDSP, jehož popis najdete v předešlých kapitolách.

Obrázek 34: Nádrž s externím míchadlem



Je-li nádrž (zpravidla nikoli nádoba reaktoru) vybavena míchadlem, které je uchyceno mimo konstrukci nádrže, jak je uvedeno na obrázku 34, může být nádrž vystavena působení významných torzních sil, které jsou na ni přenášeny a které výrazně ovlivňují přesnost vážení. Proto je důležité váhu stabilizovat použitím tangenciálních stabilizátorů.

Podrobné informace o vibracích, míchadlech apod. najdete v Seznamu použité literatury, položka 1.

Certifikační požadavky

Bezprostřední okolí dávkovacích systémů je zpravidla klasifikováno coby prostředí s nebezpečím výbuchu, a to z důvodu přítomnosti par nebo prachu, které vznikají při dávkování. METTLER TOLEDO nabízí ucelený sortiment výrobků, které vyhovují nejrůznějším celosvětovým požadavkům na elektrická zařízení používaná v prostředí s nebezpečím výbuchu. Některé snímače METTLER TOLEDO jsou certifikované standardně (viz Seznam použité literatury, položka 6). Mnoho váhových modulů a příslušenství ke snímačům již v základním provedení vyhovuje požadavkům norem EN na neelektrická zařízení používaná v prostředí s nebezpečím výbuchu (viz Seznam použité literatury, položka 10). METTLER TOLEDO dále nabízí řadu informačních zdrojů, které Vám pomohou s výběrem zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu (viz Seznam použité literatury, položky 9, 11 a 13). Webináře na téma práce v prostředí s nebezpečím výbuchu najdete na adresách www.mt.com/webinar a www.mt.com/hazardous.

Existuje mnoho situací, ve kterých provoz váhového vybavení musí splňovat požadavky místních a mezinárodních předpisů, zejména v aplikacích s přepravou materiálů mezi operátory. METTLER TOLEDO nabízí ucelený sortiment produktů s celosvětovou certifikací určených k použití v komerčních (certifikovaných) aplikacích. Snímače jsou certifikované standardně (viz Seznam použité literatury, položka 6 nebo www.mt.com/ind-weighing-component-catalog).

Seznam použité literatury

1. Příručka k systémům váhových modulů, METTLER TOLEDO AG.
www.mt.com/ind-system-handbook
2. Přesné vážení nádrží, METTLER TOLEDO AG.
3. Moderní váhové moduly, METTLER TOLEDO AG.
4. Váhové technologie, METTLER TOLEDO AG.
5. Porovnání modulu PowerMount™ s analogovými váhovými moduly, METTLER TOLEDO AG.
6. Katalog váhových součástí, METTLER TOLEDO AG.
7. Pokročilé řízení dávkování, METTLER TOLEDO AG.
8. Účinná řešení pro dávkování materiálů, METTLER TOLEDO AG.
9. Katalog výrobků do prostředí s nebezpečím výbuchu, METTLER TOLEDO AG.
10. EN 13463-1, Neelektrická zařízení určená k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu – 1. část: Základní metody a požadavky, CEN.
11. Jiskrově bezpečná řešení pro bezpečnost procesů, METTLER TOLEDO AG.
12. Webový seminář na téma Vážení v prostředí s nebezpečím výbuchu – základy, METTLER TOLEDO AG.
13. Webový seminář na téma Vážení v prostředí s nebezpečím výbuchu – pro pokročilé, METTLER TOLEDO AG.

Ucelený sortiment váhových součástí

Náš ucelený sortiment snímačů pokrývá veškeré potřeby od 11 g do 300 tun. Nejnižší rozlišení činí 0,001 mg. Sortiment elektroniky obsahuje celé váhové terminály určené k montáži do ovládacích panelů, jakož i součásti určené k montáži na DIN kolejnice v ovládacích skříních. V závislosti na provedení lze elektronické součásti montovat do komunikačních systémů vybavených analogovým nebo sériovým rozhraním, jakož i rozhraním Profibus DP, Profinet IO, Ethernet IP, Modbus, DeviceNet nebo ControlNet a CC-Link.

Na 200 stranách naleznete podrobný popis celého rozsáhlého sortimentu, včetně výkresů a montážních návodů.



Objednejte si výtisk katalogu v anglickém jazyce nebo si stáhněte jednotlivé datové listy ve formátu PDF.

► www.mt.com/weighing-component-catalog

www.mt.com

Další informace

Mettler-Toledo AG
Industrial Division
CH-8606 Nänikon, Switzerland

Local contact: www.mt.com/contacts

Subject to technical changes
© 09/2014 Mettler-Toledo AG
Order Number: 30220334