

Kontinuální dávkování

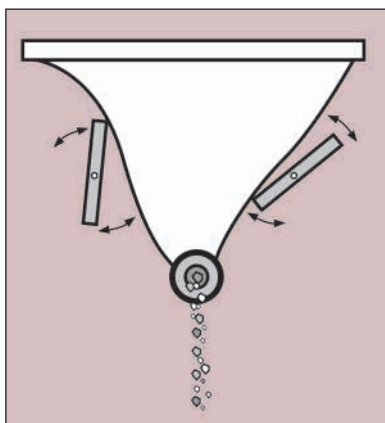
Sypké materiály mohou být dávkovány na principu měřeného objemu nebo měřené hmotnosti. Při objemovém dávkování je cílem dosažení rovnoměrného toku materiálu, jehož velikost je zadávána a sledována v m^3/h nebo častěji v l/h .

Zařízení pro objemová dávkování fungují většinou bez zpětné vazby, protože následné měření objemu výstupního materiálu je prakticky nemožné. Pouze u materiálů s konstantní synnou hmotností lze provést kontrolu vážením a přepočtem na objem.

Typickými objemovými dávkovači jsou šnek a turniket. U obou zařízení je dlouhodobá i krátkodobá stabilita dávkování závislá na zachování konstantního a pokud možno vysokého stupně plnění podavače. Hodnoty plnění u šnekových a turniketových podavačů se pohybují v rozmezí 60 – 90 % teoretického objemu a jsou velmi závislé na vlastnostech materiálu a tvaru výstupní části zásobníku.

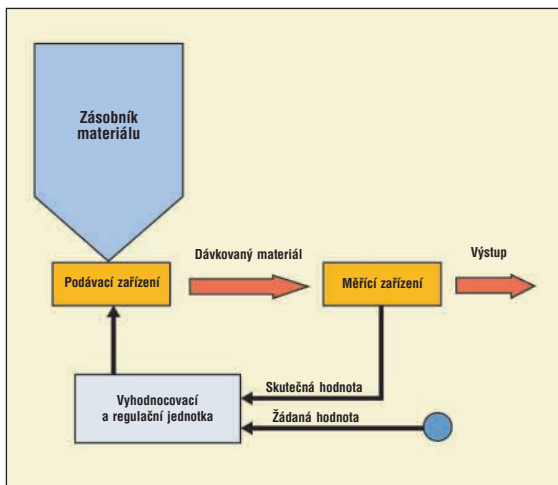
Pro zlepšení přísunu materiálu do podavače jsou často do spodní části zásobníků a sil montovány tzv. aktivátory, které odstraňují klenby a vzduchové bubliny v blízkosti vstupu do podavače a zajišťují homogenní přísun materiálu. Jedná se o různá rotující tělesa vhodných tvarů, která

promíchávají nebo seškrabují materiál ulpívající na stěnách zásobníku.



Obr. 69 Princip pružné stěny u objemových dávkovačů uváděné do kmitavého pohybu „pádlý“

Další způsob zlepšující plnění zejména šnekových podavačů je znázorněn na **obr. 69**. Je nazýván FlexWall (pružná stěna) a sestává ze dvou hlavních elementů – násypky vyrobené z pružného a velmi odolného materiálu a ze systému „pádel“ s patřičným pohonem. Páidla umístěná ve vhodné vzdálenosti od násypky se pohybují způsobem naznačeným na obrázku a vtlačují střídavě horní a dolní části stěny dovnitř. Tím je materiál v násypce stále udržován v pohybu, což zajišťuje jeho rovnoměrné zatékání do závitů vynášecího šneku.



Obr. 70 Principální schéma kontinuálního dávkovacího systému

Systémy pro kontinuální dávkování sypkých hmot lze obecně charakterizovat blokovým schématem na **obr. 70**. Je zřejmé, že se jedná o klasický regulační obvod. Protékající množství materiálu vynášené podávacím zařízením ze zásobníku je měřeno a hodnota okamžitého dopravovaného množství (t/h) je porovnávána s hodnotou žádanou. Podle rozdílu těchto dvou hodnot je regulován výkon objemového podávacího zařízení.

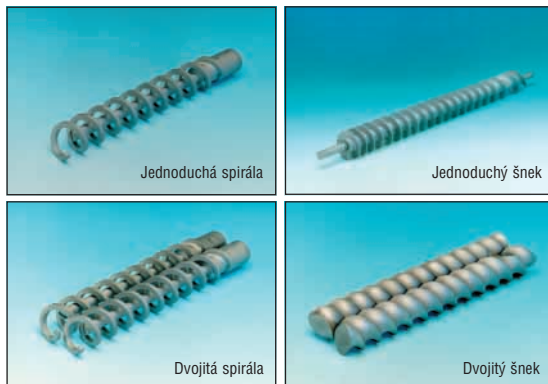
Zásobníky dávkovaného materiálu mohou být realizovány různým způsobem. Jedná se většinou o kontejnery, zásobníky, sila a skládky rozmanitých forem, jejichž objem musí být v relaci s typem a výkonem dávkovacího zařízení

a možnostmi periodického doplňování. Tvar zásobníku, zejména jeho spodní část, vychází z vlastností dávkovaného materiálu. Pro optimální objemové nebo hmotnostní dávkování je nutný plynulý přísun materiálu do prostoru jeho vynášení. Největším problémem je vynášení lepidlivých a klenbujících materiálů malými otvory.

Pro vynášení materiálů ze zásobníků

existuje celá řada vhodných zařízení. Jsou to především šnekové a spirálové podavače, turnikety, pneumatické válce, pásové podavače, článkové pásové podavače, redlery, vibrační žlaby a nejrůznější vyhrabovací pásy a rošty. Jejich výběr závisí na požadovaném výkonu a vlastnostech použitého materiálu. Na **obr. 71** je několik příkladů vynášecích šneků a spirál používaných

Obr. 71 Vynášecí šneky a spirály diferenciálních dávkovacích vah



v diferenciálních dávkovacích vahách a na **obr. 72** podávací vibrační žlab pro přímý odtah ze síla. Pro hrubou orientaci o použitelnosti jednotlivých podavačů mohou posloužit údaje uvedené v **tab. 5**. Jedná se pouze o hrubé údaje, které musí být dále konzultovány s případným dodavatelem systému.



Obr. 72 Vibrační žlab pro přímý odtah materiálu ze síla

Podle údajů v tabulce lze navrhnout vhodné podávací zařízení, které bude respektovat vlastnosti dávkovaného materiálu. Dalším neopomenutelným kritériem pro jeho volbu je potřebný výkon podavače s ohledem na požadovaný

regulační rozsah dávkovacího systému. Spodní a horní hranice dávkovacího výkonu většiny zařízení je určena konstrukčními možnostmi respektujícími fyzikální zákony. Nelze například libovolně zmenšovat výkon

Tab. 5 Výběr podavače podle typu materiálu

Typ materiálu	Zrnitost	Podávací zařízení
Neprovzdušněný prach	Hlavní podíl < 0,1 mm, max. 0,5 mm	Šnek, dvojitý šnek, spirála, turniket, pásový podavač
Provzdušněný prach	Hlavní podíl < 0,1 mm, max. 0,5 mm	Turniket, pneumatický válec, pásový podavač s uklidňovací dráhou a turniketem nebo válcem
Krupice	Hlavní podíl > 0,1 mm, max. 0,5 mm	Vibrační žlab, šnek, spirála, pásový podavač, turniket
Vlákna, vločky, třísky	Hlavní podíl 0,5 mm – 7 mm	Šnek, pásový podavač
Granulát, pelety	Hlavní podíl 0,5 mm – 5 mm	Vibrační žlab, spirála, pásový podavač, turniket
Hrubý materiál střední zrnitosti	Hlavní podíl 5 mm – 50 mm	Pásový podavač, článkový pásový podavač
Hrubý materiál velké zrnitosti	Hlavní podíl 5 mm – 150 mm	Pásový podavač, článkový pásový podavač

Typ materiálu	Zrnitost	Měřicí zařízení
Prach bez provzdušnění	Hlavní podíl < 0,1 mm, max. 0,5 mm	Multicor, průtokoměry se skluzovou nebo odraznou deskou, pásové váhy, diferenciální váhy
Prach s provzdušněním	Hlavní podíl < 0,1 mm, max. 0,5 mm	Multicor, průtokoměry se skluzovou nebo odraznou deskou, pásové váhy s uklidňovací dráhou
Krupice	Hlavní podíl > 0,1 mm, max. 0,5 mm	Multicor, průtokoměry se skluzovou nebo odraznou deskou, pásové váhy, diferenciální váhy
Vlákna, vločky, třísky	Hlavní podíl 0,5 mm – 7 mm	Pásové váhy, diferenciální váhy
Granulát, pelety	Hlavní podíl 0,5 mm – 5 mm	Multicor, průtokoměry se skluzovou nebo odraznou deskou, pásové váhy, diferenciální váhy
Hrubý materiál střední zrnatosti	Hlavní podíl 5 mm – 50 mm	Pásové váhy
Hrubý materiál velké zrnatosti	Hlavní podíl 5 mm – 150 mm	Pásové váhy

Tab. 6 Výběr měřicího zařízení podle typu materiálu

turniketu zmenšováním jeho rozměrů, neboť malým vstupním otvorem materiál neprotéká vůbec. Snižování počtu otáček rotoru většího turniketu vede naopak ke značným nepravidelnostem v podávání materiálu zaviněným skokovým vyprazdňováním komor.

Při výpočtech otáček je třeba vycházet z předpokládaného dosažitelného objemového toku a z rozptylu sypké hmotnosti, který se u běžných materiálů pohybuje v rozmezí $\pm 20\%$. Řada v technické praxi běžně používaných materiálů vykazuje silné abrazivní účinky při styku se stěnami dopravních cest a vynášecích prvků, což výrazně snižuje životnost zařízení. Podávací zařízení použitelná pro tyto materiály musí být chráněna použitím speciálních materiálů nebo povrchových úprav.

Návrh optimálního podavače respektující vlastnosti materiálu, umožňující podávání o žádaném výkonu a regulačním rozsahu není jednoduchou záležitostí a vyžaduje mnohaleté zkušenosti a řadu pokusů v materiálových laboratořích. Renomovaní světoví výrobci zabývající se dopravou a dávkováním sypkých materiálů disponují databázemi většiny materiálů používaných v hlavních průmyslových odvětvích. Tyto dříve získané pozitivní i negativní poznatky jsou při návrhu nových systémů hojně využívány, což je pro zákazníka zárukou spolehlivého a bezproblémového řešení.

Měřicí zařízení pro zjišťování okamžité hodnoty přepravovaného množství byla již popsána v kapitole věnované kontinuálnímu vážení.

V **tab. 6** je uveden orientační přehled vhodných měřicích zařízení pro různé typy materiálů.

Při kontinuálním dávkování sypkých hmot vznikají různé druhy systematických nebo náhodných chyb. Jako chybu dávkování označujeme absolutní hodnotu okamžité hodnoty rozdílu mezi požadovaným dávkovacím výkonem a výkonem skutečným. Tato chyba se v průběhu procesu neustále mění a pro uživatele je směrodatná její mez. Její minimální hodnota závisí na vlastnostech materiálu, kvalitě podavače, chybě měřicího členu a zesílení v regulační smyčce. U běžných dávkovacích systémů se tato chyba pohybuje obvykle v rozmezí 0,25 – 2 %. Protože se nejedná o měřicí zařízení, ale o rozsáhlý regulační systém, jehož některé prvky jsou na straně zákaz-

níka, lze chyby dávkování určit zodpovědně teprve po hlubší analýze a pouze pro daný případ.

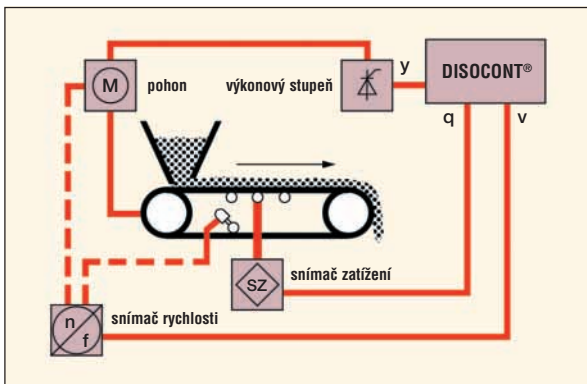
Pro posouzení kvality dávkování se v mnoha případech udává také krátkodobá dávkovací konstanta, jejíž odchylky mohou v některých technologických procesech přivodit zásadní problémy. Odchylky krátkodobé dávkovací konstanty jsou chybou principiální, vyplývající z podstaty regulačního procesu. Vzniká pomalými nebo nedostatečnými odezvami regulačního obvodu, který nedokáže dostatečně rychle reagovat na regulační odchylky. Její velikost lze definovat více způsoby, ale téměř vždy se jedná o odchylky skutečného přepravního výkonu opakovaně měřené (10x – 20x) v krátkých časových intervalech po sobě (např. 10 s).

Dávkovací pásové váhy

Princip nejznámějšího a nejpoužívanějšího dávkovacího systému je patrný z principiálního schématu na **obr. 73**. Regulátor porovnává okamžitě přepravované množství s množstvím požadovaným a vzniklou regulační odchylkou je regulována rychlost vynášecího pásu a tím i přísun materiálu tak, aby tato odchylka byla minimální. Pohyb dopravního pásu, který u pásové váhy slouží zároveň jako pás vynášecí, je zajišťován střídavým elektromotorem s vhodně dimen-

zovaným převodovým ústrojím. Rozpojíme-li zpětnovazební smyčku, vyřadíme porovnávání a regulaci podle okamžité hodnoty zatížení pásu v místě vážicí stolice a získáme tak objemový dávkovač.

Obr. 73 Principální schéma dávkovací pásové váhy



Pro měření okamžitého přepraveného množství pásového dopravníku jsou použity principy shodné s klasickou pásovou váhou. Dávkovací pásové váhy jsou běžně konstruovány v délkách 1,5 – 8 m (vzdálenost hnacího a vratného bubnu). Vzhledem k těmto minimálním délkám není možné používat klasické válečkové stolice ve tvaru „U“ nebo „V“. Dopravník je vybaven rovnými válečky a přímý běh pásu je zajišťován speciálními mechanickými a elektronickými prvky. Konstantní napětí pásu, které je podmínkou správného měření hmotnosti, je vytvářeno napínacími prvky založenými na gravitačním principu.

Znečišťování dopravního pásu a následně i hnacího a vratného bubnu může vést k jeho vybočování, které již není možno vodicími elementy korigovat. Změna průměru a odchylky od kruhovitosti hnacího bubnu jsou dále příčinou nepravidelného běhu a vibrací. Dávkovací pásové váhy určené pro dávkování lepkavých materiálů bývají obvykle vybaveny vhodnými stěrkami pro

odstraňování nálepů z obou stran dopravního pásu. Tím je napomáháno jeho preciznímu chodu a zároveň jsou minimalizovány změny jeho táry.

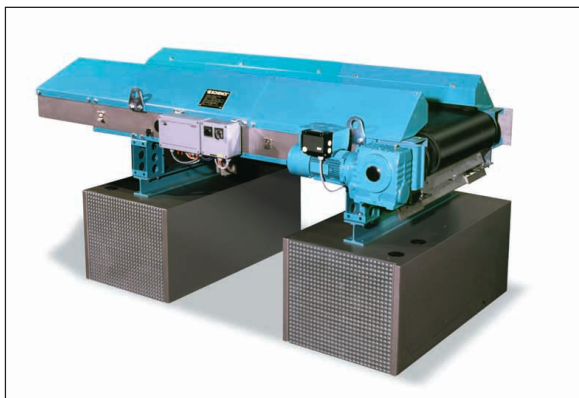
Hlavním úkolem dávkovacích pásové vah je vytváření konstantního, gravimetricky kontrolovaného toku materiálu podle předem nastavené hodnoty. Váhu lze samozřejmě použít i pro vytvoření určité dávky (šarže). Je-li materiál dávkován v určitém časovém intervalu, získáme jeho požadované celkové množství. Toto použití lze však považovat pouze za okrajové, neboť klasickými metodami statického navažování lze dosáhnout vyšších přesností a rychlostí.

Běžné dávkovací pásové váhy jsou vyráběny pro přepravovaného množství od 50 kg/h až do 2 000 t/h, v šířkách pásů 400 až 2 000 mm. Pro optimální zástavbu lze podle místních podmínek volit některou z běžně vyráběných délek. Typická hodnota maximální dosahované chyby dávkování se podle typu váhy a dopravovaného materiálu mění

v rozmezí 0,5 až 1 % z předvolené hodnoty v mezích regulačního rozsahu 1 : 20.

Dávkovací pásová váha Schenck typu MULTIDOS určená pro malé a střední odtahové momenty je na **obr. 74**. Váha je vyráběna se šířkami pásů od 650 do 1 400 mm a v délkách 1,5 – 8 m.

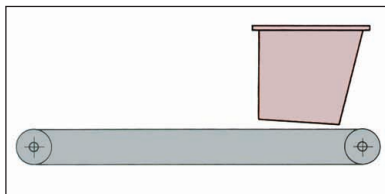
Obr. 74 Dávkovací pásová váha typu MULTIDOS



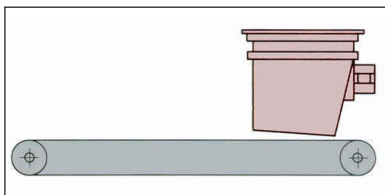
Správná funkce regulačního obvodu dávkovací pásové váhy je podmíněna konstantním přísunem materiálu. Ten je zase podmíněn jeho homogenitou, vhodným uzpůsobením dopravní cesty a optimálním typem podávacího zařízení. Pro dávkované materiály s normální tekutostí postačí klasická násypka podle **obr. 75** spojená přírubou s hlavním bunkrem. Dobře tekoucí materiál je pásem přímo odtahován ze síla. Vertikálním hradítkem v přední části násypky, jehož tvar by měl respektovat synný úhel dávkovaného materiálu, lze nastavit výšku jeho vrstvy a tím i zatížení pásu. Pro půdorysný tvar násypky a její rozměry existuje řada kriterií. Pro materiály s nízkou vlhkostí, které nelepí a neklenbují lze použít menší násypky se čtvercovým půdorysem. Pro vlhké a lepivé materiály, které malým otvorem ze síla vytékají jen obtížně nebo vůbec, jsou naopak konstruovány násypky obdélníkového tvaru s větší odtahovou plochou.

Pro násypky s většími půdorysnými rozměry, které umožňují dávkování lepivých a klenbujících materiálů, jsou používány nezvykle široké pásy s extrémně pomalým chodem (1-5 mm/s). Při návrhu speciálních násypok s velkou odtahovou plochou je třeba postupovat velmi obezřetně, neboť odtahová síla roste se čtvercem odtahové plochy. Již při odtahových plochách kolem 2 m² se dostáváme na hranici odtahového momentu běžných dávkovacích pásových vah a pevnosti gumového pásu.

Při extrémních odtahových plochách a problematických materiálech lze použít dávkovací článkový



Obr. 75 Jednoduchá násypka



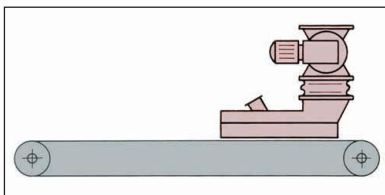
Obr. 76 Násypka s vibrátorem

podavač podle **obr. 79**, kde je gumový pás nahrazen pásem složeným z ocelových článků.

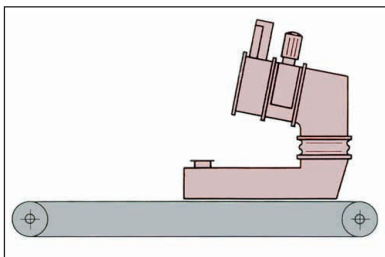
Vnitřní plochy násypky, které přicházejí do styku s abrazivním materiálem, podléhají rychle opotřebení a proto bývají vyloženy speciálními materiály (hardox).

Násypky pro materiály s větším zrnem, ale i s významným podílem prachu s tendencemi k nalepování (uhlí, koks) jsou doplněny příložnými vibrátory (motory s nevývažky) a pružným límcem bránícím přenosu vibrací do hlavního síla (**obr. 76**). Přísun některých velmi roztékavých materiálů (provzdušněných) do váhy je třeba regulovat turniketem poháněným elektromotorem.

Turniket, jehož otáčky jsou řízeny v souladu s rychlostí vynášecího pásu, plní tzv. uklidňovací trasu, která zajišťuje homogenní vrstvu bez relativních pohybů ve vážicí části. Příklad tohoto uspořádání je na **obr. 77**. Na **obr. 78** je podávací zařízení s válcovým hradítkem. Jeho funkce je shodná s funkcí turniketu,



Obr. 77 Podavač s turniketem



Obr. 78 Váha s uklidňovací trasou

ale umožňuje dosažení větších podávacích výkonů. Regulační odchylka pro optimální nastavení hradítka nebo otáček turniketu se odvozuje přímo ze snímače zatížení pásu. Říkáme, že se jedná o tzv. blokovou regulaci s využitím dvou vzájemně propojených regulátorů. U vstupu do násypky je navíc umístěno pneumaticky ovládané uzavírací hradítko, které zastaví tok materiálu při odstavení váhy nebo výpadku sítě.

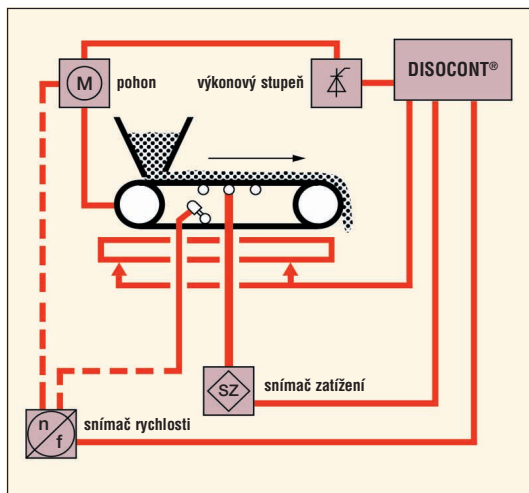
V aplikacích podle **obr. 77 a 78** není vrstva materiálu na pásu vytvářena odtahem z násypky přes hradítko v její přední části, ale dalším podávacím zařízením. Jak již bylo

uvedeno dříve, v případě použití odděleného podavače spolupracují dva regulační systémy. První okruh obsahující externí podávací zařízení reguluje na konstantní výšku vrstvy na pásu. Tato výška může být snímána buď standardní vážicí stolicí umístěnou v přední části váhy a používanou i pro druhý regulační obvod nebo přídatnou vážicí stolicí situovanou ihned za místem dopadu materiálu na pás. Použití přídatné vážicí stolice je nutné při delším pásu a jeho nízké rychlosti k eliminaci dopravního zpoždění v regulační smyčce. Druhá regulační smyčka, která je řízena součinem zatížení pásu v místě hlavní měřicí stolice a jeho rychlosti, řídí hlavní pohon dávkovací pásové váhy a tím i celkový výkon. Pro rychlou a plynulou regulaci je nutné, aby oba regulační obvody byly propojeny do tzv. bloku.

Při návrhu podávacího zařízení nelze opomenout požadovaný regulační rozsah celého dávkovacího systému, který se obvykle pohybuje v rozmezí 1 : 10 až 1 : 30. Zahrneme-li do propočtu i možné kolísání

Obr. 79 Dávkovací článkový podavač





Obr. 80 Dávkovací pásová váha s kalibračním zařízením

sypané hmotnosti dávkovaného materiálu, zjistíme, že zamýšlené podávací zařízení není schopno plynulého podávání v celém rozsahu. Klasickým příkladem nevhodného řešení je použití turniketu, u kterého jsou pro dosažení minimálního podávacího výkonu značně redukovány otáčky rotoru. Při jeho otáčení pak dochází k nárazovému vyprazdňování jednotlivých komor, což lze označit spíše jako porcování než kontinuální dávkování.

Požadujeme-li malý regulační rozsah (1:5), lze regulační obvod pro pohon váhy vyloučit, nastavit konstantní rychlost pásu a výkon regulovat pouze podávacím zařízením. Tím vytvoříme zařízení, které lze pojmenovat váhací pás s podavačem. Regulace výkonu podavače se při konstantní rychlosti pásu odráží ve změně výšky vrstvy dávkovaného materiálu. Odtud také pramení omezení regulačního rozsahu, neboť nízká vrstva materiálu zname-

ná nízké zatížení pásu a tím i malé využití jmenovitého rozsahu použitých snímačů zatížení ve váhací stolici. To má značný vliv na snižování přesnosti dávkování a zvyšování rušivých vlivů pásu.

V technologických procesech, u nichž je třeba dosáhnout vyšší a spolehlivě garantované přesnosti dávkování, je možno dávkovací pásovou váhu doplnit o speciální kalibrační zařízení. Celá mechanika váhy včetně násypky

a pohonného agregátu je umístěna na rámu opatřeném snímači zatížení podle **obr. 80**, jejichž výstupní signál je úměrný hmotnosti celé soustavy a jeho změny pak změnám hmotnosti násypky.

Při normálním provozu je do násypky přiváděn konstantní tok materiálu. Na začátku kalibračního cyklu je násypka doplněna na maximální hmotnost a přísun materiálu je zastaven. Dávkování probíhá nyní pouze z obsahu násypky. Jakmile dosáhne hmotnost násypky minima, je údaj o prošlém materiálu vypočtený z rozdílu hmotností soustavy určených statickou váhou porovnán s požadovaným údajem o nadávkovaném množství. Při zjištění rozdílu jsou opraveny korekční faktory pásové váhy a regulátoru a dávkování probíhá dále v normálním režimu. Tento cyklus lze automaticky provádět bez přerušení přísunu materiálu do následného technologického procesu.

Diferenciální dávkovací váhy

V odstavci věnovaném popisu kalibračního zařízení pro dávkovací pásovou váhu byl naznačen princip, který umožňuje zjistit celkovou dávku měřením úbytku v zásobníku přiměřené velikosti.

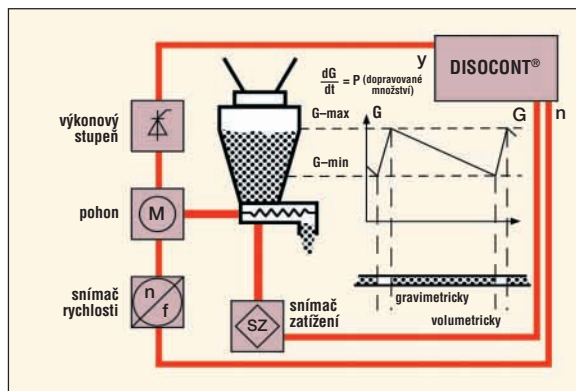
Zařazením vhodného regulátoru, který zajistí, aby i úbytek byl v čase konstantní a rovnal se žádané hodnotě, vytvoříme dávkovací zařízení nazývané diferenciální dávkovací váha, jejíž principiální schéma je na **obr. 81**.

Dávkovací zařízení a zásobník se zásobou dávkovaného materiálu jsou váženy s využitím vhodného snímače zatížení. Úbytek hmotnosti v čase ($-dG/dt$) odpovídá skutečnému odebíranému množství. Výkon vynášecího zařízení váhy je regulován tak, aby změna hmotnosti byla konstantní.

Po určité době je třeba zásobník doplnit dalším materiálem. Je zřejmé, že při doplňování materiálu do váženého zásobníku nelze regulovat výstupní výkon obvyklým způsobem a regulátor je přepnut do režimu, ve kterém zachovává poslední hodnotu výkonu vynášecího mechanismu před přepnutím.

Po doplnění obsahu je opět přepnut do základního režimu s regulací podle úbytku. U diferenciální dávkovací váhy rozeznáváme vždy dva režimy regulace – hmotnostní

(gravimetrický) s regulací na konstantní úbytek a objemový (volumetrický) se zachováním konstantního objemu vynášeného materiálu, jak vyplývá z grafického znázornění na **obr. 81**.



Obr. 81 Principiální schéma diferenciální dávkovací váhy

Problematickým místem diferenciální váhy je kromě vynášecího zařízení i plnicí orgán. Je to prvek, který musí umožnit v relativně krátké době naplnění značného množství materiálu a následně musí dopravní cestu okamžitě a spolehlivě uzavřít. Jakékoliv odpadávání nebo propouštění materiálu v době gravimetrického režimu působí rušivě na dávkování. Nejběžnějším doplňovacím orgánem jsou klapky s pneumatickým ovládáním motýlkového typu. Méně často jsou používány šneky nebo turnikety, jejichž výkon musí být navržen v souladu s plánovaným intervalem pro doplňování. Tento faktor bývá často limitující.

Pro dosažení požadované tzv. krátkodobé dávkovací konstanty je

do značné míry určující poměr gravimetrického a volumetrického intervalu. U běžných diferenciálních vah středního výkonu se používá 20 – 40 doplnění za hodinu v trvání přibližně 7 s. Rychlé doplňování materiálu do zásobníku diferenciální váhy vede k tlakovému rázu. Přetlak v zásobníku je obvykle spojen se značným prášením, které je v moderních provozech nepřijatelné. Většina zásobníků diferenciálních vah určených pro materiály, při jejichž doplňování dochází k prášení, musí být vybavena odpovídajícími filtry.

Diferenciálními váhami lze dávkovat i materiály, jejichž transport a dávkování jsou váhami s pásovými dopravníky vyloučeny. Přísun materiálu do váženého zásobníku a jeho odvod do další části trasy lze zajistit flexibilními, hermetickými spojovacími prvky. Tím je zaručeno dokonalé uzavření celého toku materiálu a váhu lze použít i pro dávkování toxických a těkavých materiálů, nebo materiálů přechovatelých v ochranné atmosféře.

V hermeticky uzavřených přívodech a odvodních potrubích může vzniknout přetlak nebo podtlak, což se projevuje jako rušivá síla při měření hmotnosti zásobníku. Působení této rušivé, většinou i proměnné síly lze vhodným způsobem eliminovat.



Obr. 82 Diferenciální dávkovací váha typu MECHATRON®

Diferenciální dávkovací váhy lze použít pro rozsah dávkovaných množství od 0,05 kg/h až do 90 t/h, přičemž maximální chyba dávkování se pohybuje v rozmezí 0,25 až 0,5 % (vztaženo k požadované hodnotě) při regulačním rozsahu až 1 : 80.

Na **obr. 82** je představitel nové typové řady diferenciálních dávkovacích vah Schenck označený MECHATRON®, který se vyznačuje modulární konstrukcí a snadnou demontáží při výměně jednotlivých prvků nebo čištění při přechodu na jiný materiál. Základem všech typů je kvalitní objemový dávkovač různého provedení přizpůsobený dávkovanému materiálu. Násypky jsou vyrobeny buď z nerezového plechu nebo pružného odolného plastu a doplněny systémem pádel již dříve popsaným. Optimální vynášení



Obr. 83 Detailní pohled na násypku s vertikálním aktivátorem

materiálu z násypek může být dle potřeby podporováno aktivátory s horizontální nebo vertikální osou otáčení. Na **obr. 83** je v detailním pohledu násypka dávkovací váhy MECHATRON® s vertikálním aktivátorem.

Pro každý typ materiálu je třeba vybrat optimální vynášecí zařízení dostatečně odolné vůči nalepování, abrazi a pod. Na **obr. 71** bylo uvedeno několik příkladů obvyklých

dávkovacích šneků a spirál. Pro materiály typů „krupice“ nebo „granulát“ je ideálním podavačem vibrační žlab. Na **obr. 84** je speciální diferenciální váha typu MULTIGRAF určená pro dávkování granulátu s vynášecím zařízením ve tvaru vibračního žlabu.

Obr. 84 Diferenciální dávkovací váha typu MULTIGRAF



Vyhodnocovací a řídicí systémy pro dávkovací váhy

Elektronické vyhodnocovací jednotky pro dávkovací váhy sdružují dvě základní funkce – kontinuální vážení a regulaci. Moderní jednotky jsou řízeny výhradně mikroprocesory a poskytují v procesech snímání a regulace, ale i při komunikaci s uživatelem nebo nadřazeným systémem, značný komfort.

Ve vážicí části je vyhodnocován signál z klasických snímačů zatížení a snímačů rychlosti a vypočítávána skutečná hodnota dávkované-

ho množství. Tato hodnota je porovnáвана s uživatelem nebo nadřazeným systémem přednastavenou požadovanou hodnotou. Rozdílový signál je dále vyhodnocován v regulátoru, který přes silovou část napájí pohon vynášecího zařízení (pás, šnek). V systémech s blokovou regulací jsou začleněny další měřicí vstupy a regulátory.

Důležitou součástí řídicí části jsou systémy pro modelování a eliminaci nejrušnějších rušivých vlivů. U různých

ných typů vah jsou zdroje rušivých vlivů různé a i metody jejich eliminace odlišné. Rušivé vlivy pásu u dávkovacích pásových vah rovněž kompenzovány již dříve zmíněnou metodou BIC. U dávkovacích vah je tato kompenzace ještě mnohem důležitější než u vah pásových. Při nízkých rychlostech pásu je pro dosažení uspokojivé krátkodobé dávkovací konstanty nezbytná kompenzace v každém místě pásu.

Obdobný systém pro eliminaci rušivých sil u diferenciálních dávkovacích vah (zejména vibrací, skokových změn hmotnosti) je označován DAE (Disturbance-Auto-Elimination).

Většina moderních jednotek bývá vybavena i obvody pro vyhodnocování údajů hmotnosti z dalších kontrolních a kalibračních zařízení ve formě statických zásobníkových nebo plošinových vah. Princip všech těchto systémů, z nichž některé již byly popsány, spočívá v porovnání měřeného nebo dávkovaného množství určeného kontinuální vážicí nebo dávkovací vahou s množstvím určeným jako rozdíl dvou hladin v kontrolním zásobníku zjištěným přesnějším statickým vážením.

Na **obr. 67** byl již uveden příklad vyhodnocovací jednotky INTECONT PLUS typ FIP 401. V provedení FIP 403 je jednotka rozšířena o další prvky pro použití s dávkovacími systémy.

S mohutným rozvojem systémů pro procesní automatizaci, do kterých jsou ve většině aplikací kontinuální váhy integrovány, dochází i k rozvoji inteligentních sběrnic k jednotnému připojení všech prvků automatizačního systému. V souvislosti s tím dochází k integraci elek-



Obr. 85 Vyhodnocovací řídicí jednotka DISOCONT®

tronických vyhodnocovacích, řídicích a komunikačních systémů přímo do mechanické části konstrukce. Většina světových výrobců pohonů nabízí motory s integrovanými frekvenčními měniči. Spojením strojní a elektronické části vznikají tzv. *mechatronická* zařízení, která přinášejí mnoho výhod díky standardizaci připojení, přehlednosti systému a úsporné kabeláži.

Nejmodernější vyhodnocovací a řídicí systém pro kontinuální váhy s označením DISOCONT® podle **obr. 85** je určen přímo pro integraci do mechanických částí dávkovacích systémů. Pro nastavení parametrů váhy a regulačních obvodů, usnadnění servisních prací a vyhledávání poruch je určen modul se zobrazovací jednotkou a klávesnicí. Mnohem komfortněji lze tyto činnosti provádět s využitím speciálního pro-



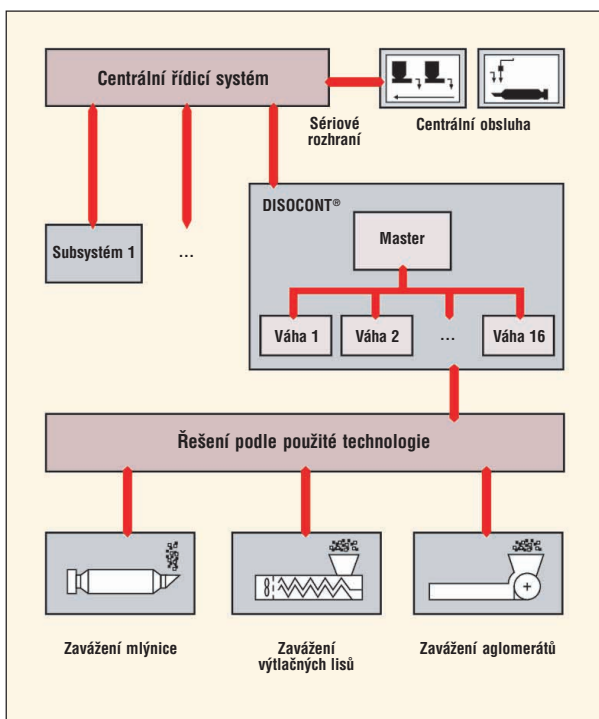
Obr. 86 Centrální jednotka DISOCONT® MASTER

gramového vybavení pro osobní počítače s označením EasyServ. Osobní počítač – nejčastěji notebook, je k jednotce DISOCONT® připojen přes standardní sériové rozhraní. EasyServ je program pro prostředí MS WINDOWS, který umožňuje přehledně a pohodlně sledovat provozní stavy váhy, chybová hlášení a zadávat nebo upravovat její parametry. Všechny parametry váhy mohou být přes EasyServ zálohovány na disku PC.

Pro začlenění váhy do komplexního celopodnikového řídicího systému, pro který je DISOCONT® zejména určen, lze využít většinu běžných rozhraní (MODBUS, 3964, PROFIBUS).

Jednotlivé kontinuální dávkovací váhy bývají často sdružovány do komplexních systémů, které tvoří celé navažovací linky pro přípravu směsí, dávkování do mlýnů, drtičů, pecí, výtlačných lisů nebo různá technologická seskupení. Většina takových úloh je v současné době již realizována nadřizenými systémy pro řízení technologických procesů. K realizaci dílčích úloh lze využít malý nadřizený systém pro skupinové řízení vah s obchodním označením DISOCONT® MASTER (obr. 86), který umožňuje centrální řízení, zadávání receptur a poměrové dávkování. Způsob začlenění vah se skupinovým řízením je na obr. 87.

Obr. 87 Procesní řízení se systémem DISOCONT® MASTER



Dávkování uhlého prachu

Jednou z nejkomplikovanějších úloh kontinuálního dávkování je dávkování uhlého prachu do pecí a kotlů. Jemně mletý uhlý prášek je ve směsi se vzduchem výbušný, při skladování v silech může dojít k jeho zahoření a navíc je silně abrazivní. V dopravních cestách dochází k jeho nalepování a v zásobnících ke klenbování. Všechna zařízení pro jeho dopravu, dávkování a skladování musí být konstruována s odolností proti tlakovým rázům 10 barů.

Dávkování uhlého prachu realizovalo úspěšně dosud pouze několik málo světových výrobců. Na **obr. 88** je osvědčený dávkovací systém firmy Schenck typu MULTICOR/MULTICELL umožňující dávkování uhlého prachu přímo do potrubí pneumatické dopravy. Pro uživatele obdobných systémů nejsou důležité pouze vlastnosti a parametry samotného dávkovacího systému, ale celého komplexu zahrnujícího vynášení ze zásobníku uhlí až k hořáku v peci nebo kotli. Sebelepší podávací zařízení není schopno rovnoměrně odebírat uhlí ze zásobníku s jádrovým tokem se sklony ke klenbování a žádný regulátor není při takových skokových odchylkách schopen regulace. Na druhé straně sebelepší dávkovací proces na vstupu do pneumatické dopravní trasy může být nevhodným tvarem, délkou a vzduchovými poměry totálně degradován.

Dávkovací systém podle **obr. 88** sestává ze speciálního horizontálního podávacího turniketu typu

MULTICELL, který je přes válcovou část připojen k uhlému zásobníku. Homogenita materiálu při vstupu do



Obr. 88 Zařízení pro dávkování uhlého prachu

turniketu je zajištěna centrálním aktivátorem s vertikální osou umístěným ve válcové části. Jako měřicí prvek je použit průtokoměr sypaných hmot na již dříve popsaném Coriolisově principu typu MULTICOR K, který je umístěn mezi výstup z podávacího turniketu a vstup do pneumatického dopravního potrubí.

Popsaný systém prokázal již v řadě případů svoji spolehlivost a odolnost a s ohledem na dosahované hodnoty krátkodobé dávkovací konstanty, která je pro provoz pecí a kotlů hlavním faktorem, i svoji jedinečnost.