



- PNEUMATICKÁ DOPRAVA
- ODPRAŠOVÁNÍ
- VĚTRÁNÍ

## ZPRAVODAJ společnosti RAYMAN spol. s r. o.

Vážení obchodní partneři, kolegové, přátelé,

dovolte mi, abych Vám jménem společnosti RAYMAN spol. s r. o. Kladno předložil nové, již třicáté třetí, číslo „Zpravodaje“ naší společnosti. Toto číslo je zaměřeno na náměty vycházející z technické praxe a je zaměřeno spíše na projektanty.

Děkuji Vám za pozornost, kterou věnujete informacím o pneumatické dopravě, a dalším zprávám z naší společnosti. Pokud k nim budete mít komentář nebo jinou zajímavou informaci z oboru, neváhejte nám je poskytnout k uveřejnění, případně je umístěte do diskuse na našich webových stránkách [www.rayman.cz](http://www.rayman.cz).

Ing. Petr Rayman,

jednatel společnosti RAYMAN spol. s r. o

říjen 2019

číslo 33

**Variantní provedení regulačního vykladače RV TWIN**

**Chyby při návrhu stáčení práškových materiálů**

**Vážení komorových podavačů**

**Omezení při použití rotačních podavačů v pneumatické dopravě**

**RAYMAN spol. s r. o.**

**Sídlo firmy:**

Ocelářská 1781, 272 01 Kladno  
T: 312 247 252 | E: [info@rayman.cz](mailto:info@rayman.cz)

**Technická kancelář:**

Nádražní 688, 399 01 Milevsko  
T: 382 522 115 | E: [info@rayman.cz](mailto:info@rayman.cz)

[WWW.RAYMAN.CZ](http://WWW.RAYMAN.CZ)

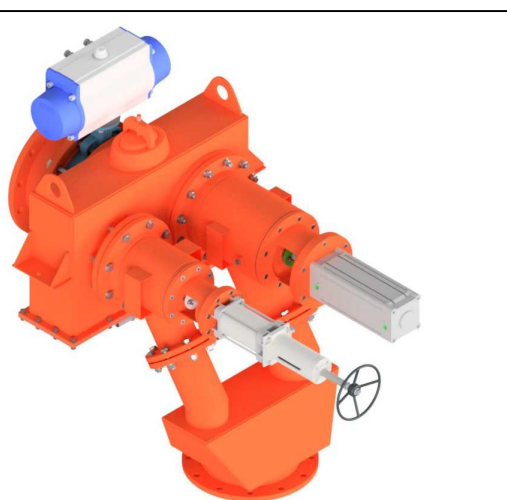
## Variantní provedení regulačního vykladače RV TWIN

Na základě ohlasů některých našich zákazníků jsme se rozhodli na stránkách Zpravodaje informovat zájemce o možnostech atypických provedení dvojitého regulačního vykladače RV TWIN.

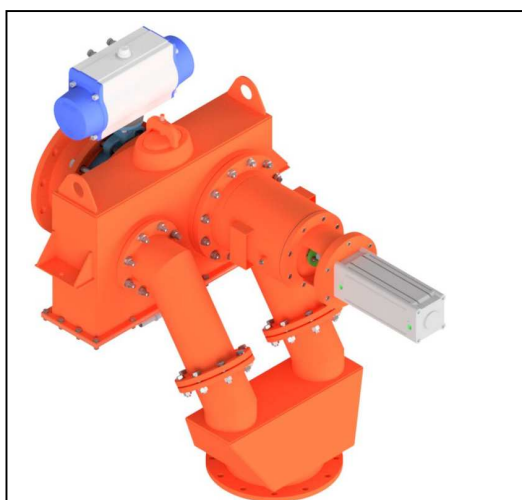
V základním provedení je fluidizační komora regulačního vykladače osazena dvojicí ventilů regulačních vykladačů v různých kombinacích. Tato osazení umožňují plynulou regulaci vykládacích výkoností v rozsahu od cca 15 do 100% pro každý ventil. Maximální vykládací výkonost je v tomto případě limitována součtem maximálních vykládacích výkoností použitých ventilů – nejvýše pro 2 x RV 100. V praxi se však vyskytují případy, kdy není potřeba regulovat výkonosti v tak velkém rozsahu a důraz je kladen spíše na maximální vykládací výkonost nebo na cenu. V tom případě je použití dvou ventilů regulačních vykladačů zbytečně nákladné. Pak je možno jeden z ventilů regulačního vykladače nahradit buď ventilem pneumatického vykladače PV (s funkcí pouze „otevřeno – zavřeno“ a ručním nastavením stupně otevření), nebo pouze materiálovou clonou a skluzovým potrubím mezi fluidní komorou a výstupní komorou. V obou těchto případech materiál po otevření vstupního uzávěru (a případně ventilu pneumatického vykladače PV) vytéká ihned stálou výkoností danou průřezem činných ploch použitých škrticích orgánů a regulace začíná probíhat až při vyšších výkonostech postupným otevíráním ventilu regulačního vykladače RV. Směrné vykládací výkonosti a regulační rozsahy pro popsaná provedení jsou uvedeny v následující tabulce č. 1.

Osazení RV TWIN		Max. výkonost*	Regulační rozsah
1	2	t/h	%
RV100	RV100	318	8 až 100
RV100	PV200	346	61 až 100
RV100	clona D150	346	61 až 100
RV100	clona D175	413	67 až 100
RV100	clona D200	491	73 až 100

\* - pro  $\rho_s = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $p = 50 \text{ kPa}$  (na vstupu do RV TWIN)



RV TWIN s pneumatickým vykladačem



RV TWIN se skluzem a mater. clonou

Použití ventilu vykladače PV a zejména materiálové clony umožní dosažení vyšších vykládacích výkonností. Nezajišťuje však, oproti ventilu pneumatického vykladače, zdvojení uzávěru materiálu. Toho však ve většině případů není třeba, případně ho lze zajistit jiným způsobem tak jako tomu bývá u jiných typů regulátorů výtoku materiálu. Popsaná provedení však výrazně snižují cenu regulačních vykladačů RV TWIN ve vztahu k dosažitelné vykládací výkonnosti. Také maximální dosažitelná výkonnost téměř 500 t/h je pro většinu aplikací zcela dostatečná.

Závěrem připomínáme, že podmínkou správné funkce a dosažení požadované výkonnosti všech regulátorů průtoku sypkých materiálů je zajištění dostatečné fluidace práškových materiálů a vytvoření dostatečného tlaku materiálu na vstupu do regulačního orgánu. (PR)

## Chyby při návrhu stáčení práškových materiálů

Naši odborní pracovníci se opakovaně setkávají s některými chybami v realizovaných systémech stáčení sypkých materiálů z přepravníků volně ložených hmot. Přesto, že tyto systémy jsou na první pohled poměrně jednoduché, při jejich návrhu realizaci dochází často k opakujícím se chybám, jejichž náprava je poměrně nákladná. Proto zde uvádíme jejich stručný přehled.

### Nedosažení požadované dopravní výkonnosti

To bývá způsobeno poddimenzovaným zdrojem dopravního vzduchu. Ten bývá součástí přepravníku a bývá výkonnostně navržen na vykládku jemného práškového materiálu do nízkého sila stojícího ve vzdálenosti pouhých několika málo metrů od přepravníku. Proto je třeba pro každou vykládku provést přepočítání odporu dopravní trasy pro zadanou dopravní výkonnost, vzdálenost a skutečnou světlost dopravní hadice přepravníku. Rychlost dopravního vzduchu v dopravním potrubí přepočítaná na nasátý stav by se měla vždy pohybovat nad hodnotou 20 m/s pro jemné práškové materiály (úletový popílek, cement, vápno). Pro mleté vápence či ložové popele by se dopravní rychlost měla pohybovat v rozmezí 22 – 24 m/s, pro hrubší materiály a granuláty až 28 m/s. Odpor dopravní trasy by neměl překročit 140 - 150 kPa při použití zdroje tlakového vzduchu o přetlaku 200 kPa. Tento tlakový rozdíl je nutný pro zajištění definovaného průtoku vzduchu omezovacími orgány přepravníku, případně přífuku. I při správně navržené výkonnosti kompresoru přepravníku (odpovídající světlosti dopravního potrubí) a správně volené výpočtové dopravní rychlosti k tomu může dojít vinou obsluhy přepravníku, která z úsporných důvodů nastaví otáčky motoru pohánějícího kompresor na (nebo i pod) spodní hranici doporučení daných výrobcem.

### Nerovnoměrná doprava

Nerovnoměrná doprava (tj. rázy v dopravním potrubí) bývá způsobena nízkou dopravní rychlostí, případně přívodem velkého množství materiálu do dopravního potrubí z nádoby přepravníku. Zde je možno pomoci „přiškrcením“ množství vytékajícího materiálu z přepravníku, pokud je ten k tomu vhodně vybaven klapkou na výstupním hrdle. Další možností nápravy je provedení vhodného přífuku vzduchu do dopravního potrubí. Důležité je také dbát na minimalizaci délky dopravní hadice a její přímé vedení.

### Přífuk vzduchu

Přífuk vzduchu bývá používán ke zvýšení dopravní rychlosti, případně k jejímu udržení, pokud je světlost dopravního potrubí větší, než světlost dopravní hadice. Přífuk je nutno provést vždy na

počátku dopravního potrubí vhodně řešeným přifukovacím kusem (tečným nebo radiálním). Přífuk vzduchu pouhým napojením trubky (ať již kolmým, nebo šikmým) bývá kontraproduktivní, neboť proud přifukovaného vzduchu tvoří překážku proudící směsi vzduchu s materiálem. Také přífuk vzduchu jinde, než na počátku dopravního potrubí často postrádá smysl.

### **Únik materiálu ze síla**

Příčinou bývá poddimenzovaný filtr. Jeho filtrační plochu je třeba dimenzovat na množství vzduchu proudící dopravním potrubím na konci vykládky při expanzi vzduchu z nádoby přepravníku. Dimenzovat filtr na pouhý průtok při plynulé dopravě je chybné. V době před ukončením vykládky se radikálně krátkodobě zvýší průtok vzduchu do dopravního potrubí, i když po relativně krátkou dobu několika sekund až desítek sekund. Je třeba si uvědomit, že poměrně velký objem nádoby přepravníku (nejčastěji přes 30 m<sup>3</sup>) je naplněn vzduchem stlačeným na téměř 200 kPa a tento vzduch na konci dopravy proudí s malým obsahem práškového materiálu relativně krátkým dopravním potrubím. Pokud filtr nestačí z kapacitních důvodů toto zvýšené množství vzduchu odfiltrovat, dojde k navýšení tlaku v síle a úniku směsi vzduchu s prachem buď netěsnostmi v plášti síla, nebo přes odlehčovací ústrojí. Pokud je filtr vybaven odsávacím ventilátorem (což ve většině případů doporučujeme), je třeba i ventilátor navrhnout na zvýšený průtok. Doporučená hodnota rezervy na expanzi je zhruba tří- až pětinasobek průtoku při průběhu vykládky. Také je důležité nedoplňovat silo až po úroveň jeho střechy, ale ponechat vždy dostatečný volný prostor nad hladinou materiálu pro „utlumení“ rázové vlny.

### **Volba správné přípojky vykládací hadice**

V současné době se téměř výhradně používají pro napojení dopravní hadice přepravníku na pevné dopravní potrubí „hasičské“ bajonetové přípojky (STORZ). Ty však se vyrábí v různých provedeních pro stejnou dimenzi hadice. Například pro spojku typu B75 je možno volit z připojovacích závitů G 2½“ (pro napojení na potrubí DN 65) a G 3“ (pro napojení na potrubí DN 80. Volbou menší přípojky s menším závitem i při použití navazujícího přechodu na potrubí DN 80 vzniká v dopravním potrubí podstatné místní zúžení mající za následek značný místní odpor.

### **Omezení množství přifukovacího vzduchu**

Pro přífuk vzduchu do dopravního potrubí bývá často používána jako jeho externí zdroj bohatě dimenzovaná tlakovzdušná síť. Zde je třeba dbát na redukci tlaku vzduchu na vhodnou tlakovou hladinu (nejčastěji 200 kPa). Použití vzduchu o vyšším přetlaku je vyloženě nebezpečné s ohledem na maximální konstrukční tlak přepravníků. A dále je třeba zajistit omezení množství přifukovacího vzduchu na výpočtem stanovenou hodnotu. Přivedením neregulovaného množství vzduchu se situace s nekorektní vykládkou nejen nezlepší, ale výrazným navýšením rychlosti proudění v dopravním potrubí se zvýší podstatně jeho odpor, což má za následek snížení přepravní kapacity dopravního potrubí. Proto je třeba do přívodního potrubí přifukovacího vzduchu instalovat omezovací clonu, nebo, lépe, Lavalovu dýzu, dimenzovanou na výpočtem stanovený průtok.

### **Závěr**

Závěrem upozorňuji, že podmínkou jakékoli úspěšné realizace vykládky volně ložených hmot z přepravníků (silničních či železničních) je dodržení obecných zásad pro návrh pseudopravních zařízení. K nim patří, mimo jiné, pokud možno přímé vedení dopravní trasy, minimalizace úhlů ohybů a zejména provedení výpočtu odporu dopravního potrubí vč. hadice pro každý konkrétní případ. (PR)



Chybná projekční řešení dopravních potrubí vykládky:

vlevo: zbytečná „etáž“ ve svislé trase

vpravo: velké úhly ohybů a umístění přífuků v trase



Chybné řešení přífuku T-kusem



## Vážení komorových podavačů

Občasným požadavkem provozovatelů pseudopravních zařízení je stanovení přepraveného množství sypkých materiálů. To lze stanovit nepřímo poměrně nepřesně z přepraveného objemu a zadané (či ověřené) sypné hmotnosti produktů počtem přepravních cyklů komorového podavače, z teoretického objemu a počtu otáček rotačního podavače. U ostatních systémů pneumatické dopravy tyto metody nejsou možné a nezbývá než orientační stanovení hmotnostního množství ze změřeného poklesu objemu materiálu v předřazeném síle či zásobníku. Přímé měření poklesem hmotnosti síla je poměrně nákladné a u lehkých produktů i nepřesné. Další možností je vážení předzásobníku komorového podavače. Někteří provozovatelé či dodavatelé trvají na vážení komorového podavače v průběhu jeho cyklu tenzometrickými snímači. Touto metodou se budeme podrobněji zabývat.

Pro co nejpřesnější stanovení hmotnosti dopraveného materiálu komorovým podavačem je znalost jeho hmotnosti (vč. výstroje). Ta se dá poměrně snadno stanovit a ověřit. Technickým problémem je ale „uvolnění“ podavače od navazujících potrubí. Ta jsou minimálně čtyři – plnicí (napojení vpádového uzávěru), vzduchové (napojení na tlakovzdušnou síť), dopravní (napojení na dopravní potrubí) a odvzdušňovací.

Zdánlivě nejmenší potíž je se vzduchovým potrubím, které je možno napojit na pevnou část rozvodů hadicí s příslušnou tlakovou odolností. Hadici však není možno provést v přímém směru, ale přívodní potrubí je nutno provést kolmo k ose rozvaděče podavače, aby tlak uvnitř hadice neovlivňoval (nebo jen minimálně) vážení. Při poměrně velkém tlaku vzduchu v přívodním potrubí je vliv na údaj váhy značný i při poměrně malém průměru přívodního vzduchového potrubí. Doporučujeme provést uvolnění potrubí spíše tuhou hadicí, která při zatížení provozním přetlakem mění minimálně svůj tvar a tím omezuje nekontrolované přitížení vážené části podavače.

Volné napojení odprašovacího potrubí lze provést též měkkou hadicí nebo měkkým kompenzátorem s dostatečnou dilatační schopností. Zde je však třeba dbát na konstrukční řešení zajišťující dostatečnou odolnost proti opotřebení hadice/kompenzátoru při současné nízké tuhosti spoje.

Obdobné řešení je třeba navrhovat u napojení na plnicí potrubí. Zde může problém způsobovat obvykle velký průměr vstupního materiálového potrubí podavače. S tím je spojené obtížné prachotěsné utěsnění přívodu materiálu.

Uvolnění dopravního potrubí také není jednoduché vzhledem z obvykle velkému tlaku v potrubí a přítomnosti dopravovaného materiálu proudícího vysokou rychlostí. Výhodou však je obvyklá horizontální nebo mírně šikmá poloha dopravního potrubí.

Je zřejmé, že i při kvalitním návrhu a provedení všech čtyř prvků uvolnění každý z nich svou tuhostí ovlivňuje vážení. Tento vliv se však v průběhu dopravního cyklu i životnosti podavače téměř nemění, nebo jen velmi málo. Po řádném a pečlivém vytárování podavače lze dosáhnout velmi dobrých přesností vážení okolo 1 %. Je třeba mít na paměti, že je třeba po každém zásahu do napojení vážené části podavače na pevné rozvody vážicí systém překalibrovat.

Z výše uvedeného rozboru je patrné, že nejjednodušším a nejspolehlivějším stanovením hmotnostního množství dopraveného materiálu je instalace předzásobníku komorového podavače a jeho vážení. Předzásobník je sice také napojen na plnicí, výstupní a odprašovací potrubí, není však zatížen dopravním tlakem, provedení napojení může být elastičtější a není zatíženo srovnatelným

opotřebením. Navíc „mrtvá“ hmotnost (tára) je v případě předzásobníku nižší. Proto preferujeme takovéto technické řešení. (PR)



Příklad uvolnění vzduchového, plicního a odprašovacího potrubí podavače PKRH



Uvolnění dopravního potrubí a přívodu vzduchu do směšovače

## Omezení při použití rotačních podavačů v pneumatické dopravě

Jedním z běžně používaných druhů podavačů pneumatických doprav jsou rotační podavače. Ty hrají nezastupitelnou roli v pneudopravě kusových materiálů (např. dřevěná štěpka), jemně zrnitých (obiloviny) nebo materiálů granulovaných (např. plastové granuláty). Také slouží v protivýbušném provedení jako vhodný tlakový uzávěr v systémech dopravujících výbušné práškové materiály. Návrh rotačních podavačů je z technického hlediska poměrně jednoduchý. Přesto se projektanti dopouštějí některých chyb při jejich použití.

Každý rotační podavač je již z principu své funkce netěsný (myšleno mezi vstupním a výstupním hrdlem, nikoli mezi statorem a vnějším prostředím). Při tlakovém spádu na rotoru dochází k průniku vzduchu netěsnostmi mezi břity lopatek rotoru a statorem a také zejména mezi čely rotoru a víky statoru. Tyto netěsnosti je možno konstrukční řešením minimalizovat, zcela odstranit je však nelze. Každý výrobce rotačního podavače by měl projektantovi poskytnout diagram závislosti průniku vzduchu podavačem na tlakovém spádu. K dalšímu průniku vzduchu dochází jeho vynášením prázdnými kapsami rotoru z prostoru za podavačem do prostoru před podavačem. Množství takto proniklého vzduchu závisí na objemu rotoru, jeho otáčkách a na tlakovém spádu na podavači.

Výrobci dopravních rotačních podavačů ve svých podkladech běžně uvádějí možnost jejich použití pro poměrně vysoký tlakový spád na podavači – i přes 1 bar. Je pravdou, že podavače bývají na takovéto tlakové spády i konstrukčně řešeny. Při praktickém nasazení do systému pneumatické dopravy by se maximální tlakový spád na podavači měl pohybovat mezi 30 – 40 kPa, nikoli výše. Při vyšším tlakovém spádu již dochází k nadměrnému průniku vzduchu podavačem a tím k nedostatečnému plnění kapes podavače dopravovaným materiálem. A to i přes to, že bývá většina proniklého vzduchu z prostoru podavače odvedena odvodušňovacími otvory, pokud je jimi podavač vybaven.

Vzduch proniklý podavačem je třeba odvést od odvodušňovacích otvorů dostatečně dimenzovaným potrubím do odprášeného prostoru alespoň s nulovým přetlakem. Tím bývá nejčastěji předřazené zásobní silo nebo odprášený předzásobník rotačního podavače. Odvodušňovací potrubí musí být vedeno pokud možno svisle nebo s dostatečným sklonem tak, aby mohl vzduch volně proudit, a to i v případě, že s sebou nese prachové částice, které se mohou v potrubí odloučit. Pokud je třeba zařadit vodorovný nebo mírně skloněný úsek, je třeba ho vytvořit např. vhodně umístěným fluidním dopravníkem nebo zajistit zvýšení rychlosti v odsávacím potrubí přísátím dostatečného množství vzduchu. Nevhodným technickým řešením je ve většině případů umístění filtru přímo na svislé odfukové potrubí. Materiál odloučený ve filtru padá zpět proti proudu vzduchu a v tom případě odfukové potrubí zcela zacpe (nepropadne zpět do rotoru). Tím znemožní jeho funkci.

V případě, že by odpor dopravního potrubí převýšil doporučenou hodnotu mezi 30 – 40 kPa, je možno tlakový spád na podavači částečně snížit instalací ejektoru pod rotační podavač namísto směšovače. Reálně dosažitelné snížení tlakového spádu je v takovémto případě do cca 5 kPa. Dalším možným řešením je podávání materiálu z prostoru (nádoby) s tlakem shodným s tlakem pod podavačem ve směšovači. Zde je možno snížit bez problémů tlakový spád na podavači až o 50 kPa.

Rotační podavače nejsou příliš vhodné pro dávkování malých množství sypkých materiálů (v množství do cca 10 m<sup>3</sup>/h). Dosáhnout takto malé průtoky materiálu lze většinou pouze výrazným snížením otáček rotoru. To však vede k vypadávání materiálu z kapes rotoru po dávkách, takže zde již nelze mluvit o plynulém podávání materiálu. Navíc bývá dávkovací proces při malých výkonnostech výrazně



ovlivněn protékáním materiálu opotřebovaným strojem. Možným řešením je dávkování malých množství předřazeným dávkovacím šnekem a použití rotačního podavače pouze jako tlakového uzávěru mezi výpadem šneku a směšovačem pseudopravy.

Obzvláštní opatrnosti je třeba při použití rotačních podavačů pro dávkování a podávání abrazivnějších práškových materiálů (např. popílek, křemičité písky apod.). Zde podavače podléhají značnému opotřebení, materiál jimi po krátké době nekontrolovaně „protéká“ a jejich životnost se zkracuje na dobu několika málo týdnů. A to i v případech výroby činných částí podavačů z antiabrazivních materiálů. Pro dávkování sypkých materiálů proto doporučujeme jiná zařízení bez trvale rotujících částí.

Zvláštní kapitolou je dávkování některých druhů vápenných hydrátů. Ty se s oblibou nalepují na vnitřní plochy podavačů a způsobují až jejich zadření. To však není způsobeno ani tak podavačem samotným, jako spíše vlastnostmi a tvarem částic hydrátu. (PR)



Odvzdušnění rotačního podavače s přísátím



Dávkovací šnek s rotačním podavačem