

1. **Doprava paliva do spalovacích procesů v elektrárnách a teplárnách: řetězové podavače, deskové uzávěry, rotační komůrkové podavače**

Ing. Radek Strnad, strnad@tespo-eng.cz, tel: 603 841 893

1.1 **Rotační komůrkové podavače uhelného prášku typ RKP 500:**

Prototyp tohoto stroje jsme představili v naší přednášce v minulém roce 2017. Proto jen stručně připomenu **za jakým účelem je stroj vyroben a kde se dá využít:**

- slouží k dávkování namletého uhelného prášku (paliva) do potrubí k práškovému hořáku
- oddělení práškovodu od zásobníku uhelného prášku z hlediska nepřenosení možného výbuchu

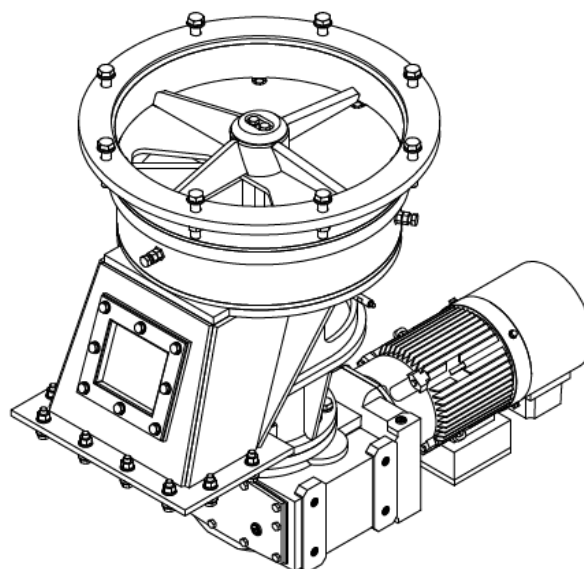
Stroj se dá využít:

- k dopravě a dávkování namletého černouhelného prášku do hořáků (spalovacího procesu)
- vytváření energeticky, nebo technologicky výhodného mixu paliva např. hnědé uhlí + namletý prášek z černého uhlí (např. zvýšení výhřevnosti finálního paliva, snížení emisí, pomoc při řešení emisí Hg)
- obecně k dopravě a dávkování přepravovaného materiálu do dalšího technologického procesu (zrnitost menší jak cca 1,5mm)
- V roce 2017 jsme pro našeho zákazníka vylepšili konstrukční provedení rotačního komůrkového podavače uhelného prášku. Původní stroje byly poruchové (zadírání atd.). Příčinou těchto poruch, mimo jiné, mohly být nepřesnosti v předepsaném výrobním procesu skříně a dalších částí podavače a také zřejmě způsob uložení některých komponent stroje. Navrhli jsme změny, které byly odsouhlaseny, a vyrobili jsme první čtyři kusy těchto strojů – pro nás opět prototyp.

Rotační komůrkové podavače RKP 500 v počtu 4 kusů jsou instalovány na VEOLIA ČR a.s., Teplárna Karviná, kde dávkuje černouhelný prášek do čtyř hořáků kotle K3. Na loňském 20. ročníku konference jsme v naší přednášce představili tento stroj a nastínili jeho konstrukční řešení. V době konference jsme neměli ještě dostatek informací o provozní spolehlivosti ve srovnání s původně použitým strojem. Demontážní a montážní práce na kotli K3 teprve probíhaly. Pouze jeden stroj byl podroben několikátýdennímu zkušebnímu provozu na jiném kotli za účelem alespoň krátkodobého prověření správnosti námi navrženého konstrukčního řešení.

Uvedení do trvalého provozu kotle K3 proběhlo v 9/2017. Všechny 4 kusy RKP 500 tedy mají za sebou cca 9 měsíců provozu. Ze strany provozovatele nám doposud nebyla hlášena jediná závada. Můžeme se tedy pochlubit tím, že námi navržené změny konstrukce, materiálů a technologického postupu výroby oproti dříve používaným a ne příliš spolehlivým strojům, byly správné.

*Obrázek č. 1.:
Jednoduchý model RKP 500*



Obrázek č. 2., 3.: Instalace v provozu, Teplárna Karviná, kotel K3



1.2 Řetězové podavače: vnitřní zauhlování mlýnských okruhů (MO) kotlů:

Jak víte, již řádku let se naše firma TESPO engineering s.r.o. zabývá, mimo jiné, projekcí, výrobou a dodávkami kompletních zauhlovacích linek mlýnských okruhů kotlů na černé a hnědé uhlí.

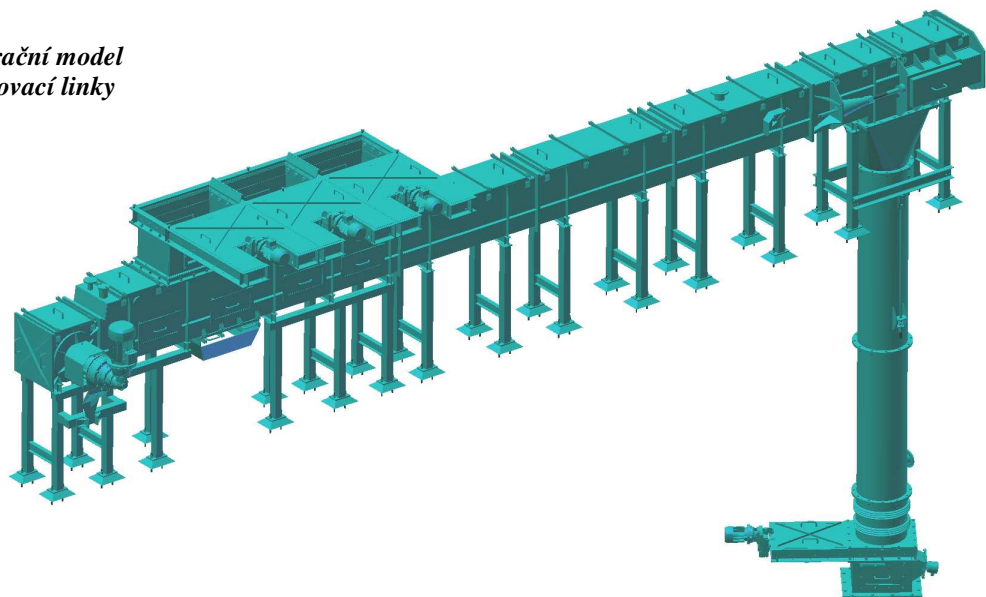
Zauhlovací linka se obvykle sestává:

- Několik jednodílných, nebo jeden vícedílný deskový uzávěr pod zásobníkem uhlí (bunkrem), v našem případě s označením např. DU 600-600-EP, nebo DU 3x500-2800-EP
- Řetězový podavač paliva s vnitřní přepravní šířkou např. 500 mm, typ RP500 s násypkou
- Svodka do mlýna (další technologie) ve složení např. svodka, kompenzátor, deskový uzávěr
- Pokud si to provozovatel přeje - ocelová konstrukce pro instalaci RP500

Asi nejnáročnější provozní podmínky, do kterých jsme v posledních letech instalovali linku vnitřního zauhlování a dávkování paliva do mlýnů (kotlů) byly:

- Provozní přetlak cca 10 kPa v MO
- Vysoká vlhkost v celém MO, tedy i v zauhlovacích linkách
- Nedostatečná péče o zařízení

Obrázek č. 4.: Ilustrační model zauhlovací linky



Cílem této části přednášky není znovu zopakovat, jaká zařízení umí naše firma vyrobit, ale informovat Vás, v jakých provozních podmínkách dodané zařízení je schopno pracovat a v jakém technickém stavu se nachází po několika letech provozu v daných provozních podmínkách:

Parametry zauhlovací linky:

- Jmenovitý výkon linky: 17,0 t/h
- Maximální výkon linky: 20,0 t/h
- Minimální výkon linky: 5,0 t/h
- Palivo: černé uhlí
- MO provozně pracují s přetlakem 5 - 10kPa

Jedná se o přepravované množství paliva, které obvykle odpovídá řetězovým podavačům šíře vnitřního přepravního prostoru 500 mm. V našem případě se jedná o typové označení RP 500.

Provozní přetlak cca 10kPa v MO

Provozní přetlak vyžaduje velmi dobrou kvalitu výroby zařízení, především kvalitu svařování. V tomto směru je každá drobná chybička okamžitě vidět. Každá nedokonalost, každá skulinka se okamžitě projeví formou úniku černouhelného prachu, tedy „prášením“ řetězových dopravníků, deskových uzávěrů a dalších komponent do okolí kotelny. Toto se nám ve výrobě povedlo velmi dobře zajistit. Kvalitu svárů jsme také pro certifikaci ATEX museli prokázat tlakovou zkouškou vybrané části skříňe řetězového podavače. Z tohoto pohledu i po několika letech provozu ve velmi náročných podmínkách nevykazují zauhlovací linky defekty.

Jediný problém, který v tomto směru nastal, bylo vniknutí vlhkosti a uhelného prachu do prostoru ložisek napínací stanice v místě instalace čidla pro snímání otáček hřídele napínací stanice. U MO s nulovým tlakem, nebo podtlakem (také běžně užívaný systém MO) tyto problémy nebývají. Po konzultaci s výrobcem ložisek jsme v plánované odstávce provedli úpravy a dokonalejší utěsnění tohoto prostoru. Při namátkové kontrole po cca dalším roku provozu, zde nebyl žádný problém, tyto prostory byly čisté.

Obrázky 5., 6.: rezivý ložiskový domek a ložisko hřídele napínací stanice



Vysoká vlhkost v celém MO, tedy i v zauhlovacích linkách

Značné problémy se zvýšenou korozí všech komponent zauhlovacích linek zapříčinila vysoká vlhkost uvnitř MO ve spojení s trvalým provozním přetlakem. I výše popisovaný problém s ložisky hřídele napínací stanice byl velmi pravděpodobně tímto zapříčiněn. Otázkou bylo, odkud se uvnitř systému takto vysoká vlhkost, která poté kondenzuje na studenějších plochách všech zařízení MO bere? Při snaze tuto vlhkost eliminovat, nebo alespoň maximálně omezit, bylo zjištěno, že zdroje jsou dva:

- inertizace v MO pomocí vyrobené vodní páry
- odpařená vlhkost ze spalovaného uhlí v suškách před mlýnem, která se vlivem přetlaku dostane do všech částí MO, tedy i do prostor zařízení zauhlovacích linek

Vlivem této vlhkosti, ve spojení s provozním přetlakem, dochází také ke značným nálepům uhelného prachu a paliva obecně na všechny vnitřní části zauhlovací linky.

Provedená opatření:

- Provozovatel používá výše uvedenou formu inertizace pouze v případech, kdy je to nezbytně nutné. Tímto se množství vodních par v prostorách MO omezilo na minimum.
- Byly nově dodány násypky do RP 500 v provedení z NEREZ oceli a se zaoblenými rohy. Také svodky z RP 500 do mlýnů byly nově vyrobeny a dodány z NEREZ oceli.

Po asi roce provozu bylo zjištěno, že u násypky do RP 500, materiál NEREZ ocel nepřinesl očekávané zlepšení. Palivo se při provozu ze ZSU do RP 500 posouvá jen velmi pomalu. „Pádové síly“ působící mezi NEREZ stěnou násypky a velmi pomalu se posouvajícím palivem jsou velmi malé. Palivo tedy nadále ulpívá na stěnách násypky. Malou výhodou je, že obsluha potom nemusí vynakládat tolik úsilí na odstraňování nálepů jako dříve. Opět se domníváme, že u MO s nulovým tlakem, nebo podtlakem se tyto problémy vyskytují v mnohem menší míře a pokud by nastaly, násypka z NEREZ oceli by bylo dostatečné řešení.

Co se týká svodek do mlýna, zde změna původního materiálu (HARDOX) za NEREZ ocel přinesla značné zlepšení. Svodka je cca 5 m dlouhá. Pádová rychlost paliva padajícího z výstupu RP 500 do mlýna je dostatečně velká, proto palivo, které má tendenci ulpívat na vnitřních stěnách svodek je následně dalším padajícím palivem strháváno z těchto stěn. Při kontrole po zimním provozu (4/2018) bylo shledáno, že svodky z NEREZ oceli jsou relativně čisté.

Nedostatečná péče o zařízení

Bohužel současné trendy na omezování klasických elektráren a tepláren na tuhá paliva a stále se zvyšující požadavky na snížení emisí všeho druhu zapříčinily, že energetické společnosti musí stále více investovat do nových technologií, řešící tyto požadavky. Provoz těchto elektráren a tepláren se mnohdy pohybuje na hranici rentability. Údržba se často provádí neplánovaně (až se něco pokazí) a také pokud možno za co nejmenší peníz. Proto se také významně snížila kvalita především personálu údržby. Velmi často je tento personál ze země, kde si jazykově nejsme moc blízcí. Stává se, že takému člověku pomalu a velmi podrobně vysvětlujete, jak má postupovat, on souhlasně přikyvuje, ale přitom vůbec nerozumí, co se mu říká. A tak, když nejde lehce sundat ložisko (v elektrárenských prašných provozech je toto vždycky problém), použije se rovnou kladivo bez jakýchkoliv dalších pomocných a podpůrných prostředků. Nechceme se tímto dotknout některé konkrétní elektrárny, s takovýmto personálem údržby jsme se setkali jak v energetických jednotkách firmy ČEZ, tak i v jiných teplárnách a elektrárnách. Jedná se tedy o jakýsi přirozený trend, pramenící z tlaku na minimalizaci provozních nákladů.

Níže uvádíme, co se nám v různých provozech při servisní činnosti povedlo najít v řetězových podavačích paliva:

- Lešenářská trubka o délce cca 1,5m – zaseknutý řetězový dopravník
- Kusy železa „L“ a jiné profily různých délek až do cca 1m – zaseknutý řetězový dopravník
- Nadměrné kusy jiného materiálu než uhlí (kameny atd.)
- Namotané hadry a jiný elastický materiál na části řetězových dopravníků
- Vyplavené řetězové dopravníky a deskové uzávěry – likvidace požárů v ZSU atd.

Fotodokumentaci záměrně nepřikládáme. Uvádíme jen stručně, jaké provozní stavy v různých aplikacích muselo naše zařízení přežít, bez nějaké větší „újmy na zdraví“. Toto dokumentuje dobrou kvalitu námi vyráběných strojů, vhodnou volbu materiálů a jejich dimenzování. Nepatříme k těm nejlevnějším firmám na našem trhu, ale nabízíme našim partnerům velmi dobrou kvalitu našich výrobků za rozumnou cenu.

Obrázky 7.,8, 9.: expedice NEREZ násypek a svodek



1.3 *Deskové uzávěry pro energetiku: extrémní provozní podmínky:*

Klasické deskové uzávěry:

Důležitou součástí každé technologie dopravy materiálu, v našem případě dopravy paliva (uhlí), jsou **deskové uzávěry (DU)**. Tyto stroje slouží k oddělení dvou na sebe navazujících technologií jako jsou:

- oddělení zásobníku paliva od následné dopravní cesty paliva (řetězový podavač atd.)
- oddělení dvou na sebe navazujících dopravních cest paliva
- oddělení dopravní cesty od následné technologie (mlýn atd.)
- DU v práškovodech (oddělení dopravní cesty namletého uhelného prášku v práškovou od hořáků kotle)

Složitost konstrukce DU, volba materiálů některých exponovaných komponent a tedy i jejich **CENA** se odvíjí od prostředí a podmínek ve kterých DU pracují.

Pokud DU pracuje v prostředí, kde se dopravuje nelepivý a suchý materiál o zrnitosti řádově v jednotkách mm a není v dopravním systému přetlak / podtlak, postačuje zde jednoduchý a levný DU. Není třeba řešit možnou korozi materiálů částí DU, které se při provozu stýkají s dopravovaným materiálem (uzavírací deska, vnitřních částí rámu atd. z běžné oceli). Nemusíme zde také řešit důkladný výběr těsnění uzavírací desky a jeho poměrně složitou instalaci na rám DU za účelem dokonalého utěsnění proti prašnosti. Protože za těchto bezproblémových podmínek nedochází k nálepům přepravovaného materiálu na vnitřní stěny rámu DU, není také nutné dbát na maximální a co nejefektivnější využití energie pohonné jednotky. Jako součást pohonu tedy stačí použít běžně sériově vyráběný, levný pohybový šroub s jednochodým trapézovým závitem s nízkou účinností.

Jako součást zauhlovací linky, pracuje v provozních podmínkách, popisovaných v bodě 1.2, také třídílný DU, který odděluje zásobník surového uhlí od řetězového dopravníku a dále jednodílný DU, který je instalován ve svodce z řetězového dopravníku do mlýna (odděluje tento řetězový dopravník od mlýna s jeho dalšími komponenty). Připomeneme zde poněkud extrémní provozní podmínky:

- trvalý provozní přetlak 5 - 10kPa
- vysoká vlhkost uvnitř MO a tedy i v zauhlovací lince (odpar vlhkosti z uhlí ze sušiček + inertizace vodní párou)
- v „suchých“ měsících v roce - velmi prašné suché uhlí (uhelný prach)
- v „mokrých“ měsících v roce – velmi lepkavé a vlhké uhlí

Aby dokázal DU spolehlivě pracovat v uvedených podmínkách, tedy aby měl nějakou rozumnou životnost ve vlhkém prostředí, aby při uzavírání zvládl eliminovat nálepy vlhkého uhelného prachu na vnitřních stěnách rámu a také aby neumožnil únik uhelného prachu do okolí DU na kotelně v suchých ročních měsících (suché palivo), použila naše firma TESPO engineering s.r.o. následující konstrukční prvky:

- uzavírací deska z NEREZ oceli (pro suché prostředí - běžná ocel, nebo HARDOX)
- vyložení vnitřního prostoru rámu (pracovní část) plechem 2 mm z NEREZ oceli – řešení nálepů
- frézovaná tvarová drážka pro uložení těsnících šňůr uzavírací desky – řešení prašnosti
- instalace krycích přítláčných lišt těsnících šňůr – řešení prašnosti
- hřídel s pohybovým šroubem s dvouchodým trapézovým závitem a bronzovou matkou – vyráběno na zakázku (podstatně vyšší účinnost na rozdíl od levných a sériově vyráběných jednochodých trapézových závitů) – lepší využití výkonu pohonné jednotky
- zachycení axiálních sil při pohybu uzavírací desky axiálním ložiskem, umožňuje přenos větší síly při zavírání uzavírací desky, než při použití běžného ložiska – vyšší spolehlivost provozu
- robustní provedení celého stroje

Z výše uvedeného popisu je patrné, že se jedná o DU poněkud odlišné konstrukce, než bývají DU například v pískovnách, šterkovnách a podobných méně náročných provozech. Tomuto odpovídá také jejich cenové ohodnocení.

Deskové uzávěry do práškovodů (uhelný prášek):

Dalším zajímavým strojem z oblasti deskových uzávěrů je DU používaný pro uzavření a oddělení mlýna od hořáků v kotli, ke kterým proudí již namletý uhelný prášek. Tímto DU proudí uhelný prášek ve směsi se vzduchem o teplotě cca 120°C. Při uzavření DU a použití inertizace vodní párou, se zde na stěnách potrubí práškovodu a také na konstrukci DU sráží vodní páry. Tedy docházelo k nálepům namletého uhelného prášku a problémům při uzavírání uzavírací desky. Na čelní stranu DU (do míst kde dojíždí uzavírací deska při zavírání DU) byly instalovány vzduchové ofuky, které tento prostor čistí. Tato konstrukční úprava se po roce provozu ukázala jako velmi dobrá a celý problém nálepů vyřešila. Jsme tedy schopni pro tento účel dodat odzkoušený a dobře fungující stroj.

Přídavná zařízení jako option k deskovým uzávěrům:

Za malý příplatek jsme schopni DU vybavit následujícími komponenty:

- pro zjednodušení ovládání a komunikace s nadřazeným ovládacím systémem jsme schopni DU vybavit komunikačním a ovládacím modulem
- pohonnou jednotku DU jsme schopni vybavit momentovou ochranou

Fotodokumentace z provozu a výroby:

Obrázek č. 10.: zkorodovaná uzavírací deska DU z běžné oceli ve velmi vlhkém prostředí



Obrázek 11., 12.: výroba a expedice deskových uzávěrů

