

22. Ročník konference:

„Technologie pro elektrárny a teplárny na tuhá paliva“ MEDLOV 2019

TESPO engineering s.r.o.

Obsah:

1. *Vnitřní zauhlování mlýnských okruhů: zkušenosti s řetězovými podavači paliva a deskovými uzávěry v přetlakových systémech*
2. *Technicky zajímavé aplikace, realizované v roce 2018; co právě probíhá výrobou*

1. *Vnitřní zauhlování mlýnských okruhů: zkušenosti s řetězovými podavači paliva a deskovými uzávěry v přetlakových systémech*

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)
- Řetězový podavač paliva s násypkou
- Svodka do mlýna ve složení např. svodka, kompenzátor, deskový uzávěr

Mlýnský okruh (MO), v návaznosti na další související technologii, pak může být podtlakový nebo přetlakový:

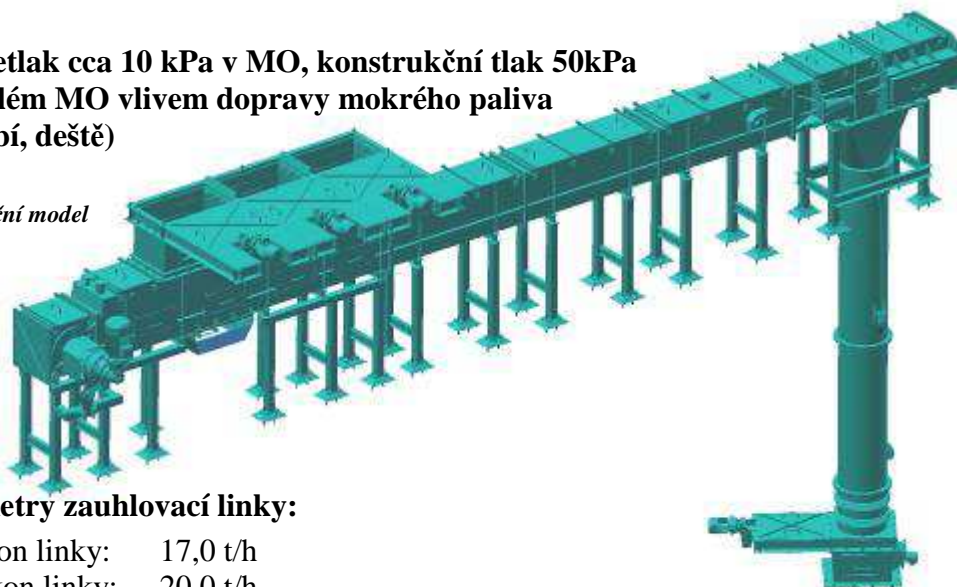
Podtlakový systém MO vyžaduje těsnost všech zařízení, které jsou součástí MO, z hlediska možnosti přísávání falešného vzduchu do kotle. Toto pak nepříznivě ovlivňuje spalovací proces v elektrárenském (teplárenském) kotli (emise a další významné parametry).

Přetlakový systém MO je pro výrobu všech zařízení a komponentů, které jsou součástí MO, podstatně náročnější. Každá drobná netěsnost, každý nedokonale provedený svár se ihned projeví formou unikajícího jemného uhelného prachu do okolí. Dalším problémem jsou zvýšené nálepy vlhkého uhelného prachu, které vznikají vlivem přetlaku na vnitřních stěnách násypek, svodek, řetězových podavačů paliva, deskových uzávěrů a dalších částí zauhlovací linky i v místech, kde nedochází k přímému styku dopravovaného materiálu s částmi zařízení. Toto vyžaduje volbu vhodných materiálů a další konstrukční úpravy oproti podtlakovému systému MO. Choulostivou částí jsou také veškerá ložiska hřídelí řetězových dopravníků a pohybových hřídelí a mechanismů dalších strojů, které jsou součástí MO. Jejich krytí a utěsnění proti úniku jemného uhelného prachu z MO vyžaduje podstatně dokonalejší konstrukční řešení ucpávek, než u podtlakového systému. Jak je vidět z výše uvedeného, přetlakový systém MO vyžaduje vyšší nároky na konstrukční provedení všech částí a komponent MO.

Níže jsou stručně uvedeny podstatné konstrukční úpravy řetězových dopravníků paliva, deskových uzávěrů, násypek a svodek, které jsou součástí zauhlovací linky v přetlakovém systému s parametry:

- Provozní přetlak cca 10 kPa v MO, konstrukční tlak 50kPa
- Vlhkost v celém MO vlivem dopravy mokrého paliva (zimní období, deště)

Obrázek č. 1.: Ilustrační model zauhlovací linky



Konkrétní 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, konstrukční tlak 55kPa

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

Řetězové podavače paliva

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 uhelného prachu, tedy „prášením“ řetězových dopravníků, do okolí kotelny. Pro certifikaci ATEX se kvalita svárů prokazuje tlakovou zkouškou vybrané části skříně řetězového podavače. Z tohoto pohledu i po několika letech provozu ve velmi náročných podmínkách nevykazují takto vyrobené a odzkoušené zauhlovací linky defekty. Měli jsme možnost si toto prověřit po tříletém provozu námi vyrobené a dodané zauhlovací linky. Dokonalá těsnost se u podtlakových MO nemusí řešit až takto precizně a důsledně.

Velkým problémem je vniknutí vlhkosti a uhelného prachu z vnitřního prostoru do prostoru ložisek hřídele hnací a napínací stanice. Toto je vhodné konzultovat s dodavatelem ložisek a těsnících prvků a zvolit nejvhodnější způsob uložení a utěsnění ložisek. V popisované zauhlovací lince jsme použili běžně používanou konstrukci uložení a utěsnění ložisek, která se ukázala být nedostatečná. Po odstávce a kontrole stavu zařízení jsme provedli konstrukční úpravu s dokonalejším utěsněním prostoru ložisek z důvodu difference tlaků. Po dalších dvou letech provozu jsme měli opět možnost toto zkontrolovat. Provedená opatření byla účinná. U podtlakových MO se tato problematická místa nemusí řešit až tak důsledně.

Obrázek 2.: Korodující ložisko hřídele napínací stanice

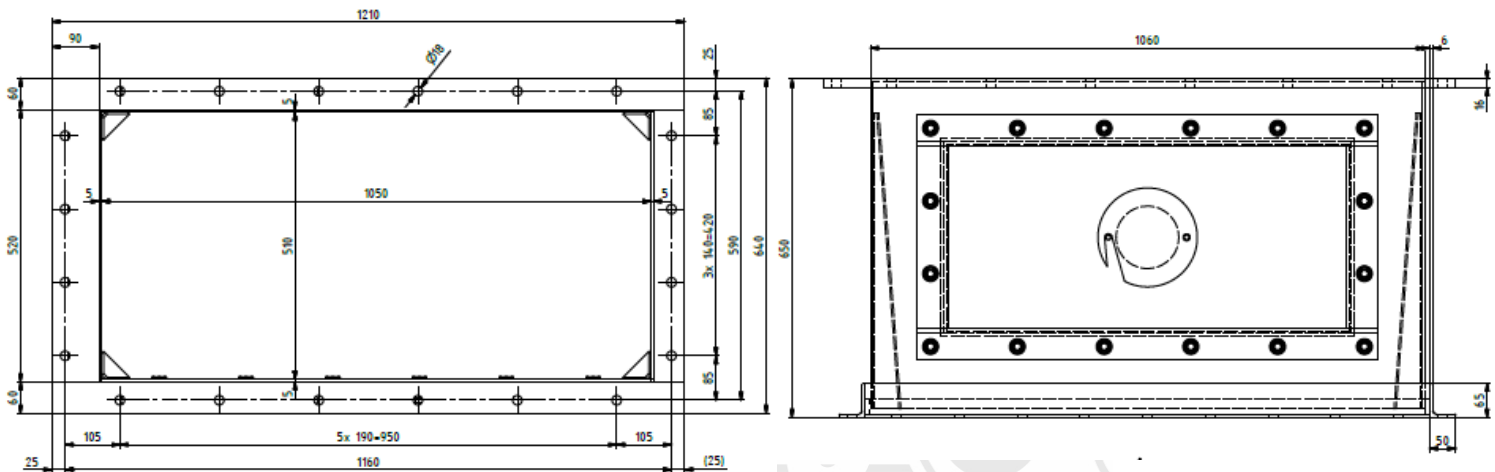


Vlivem přetlaku, výskytu vlhkosti a uhelného prachu dochází k nalepování uhelného prachu na stěny všech vnitřních prostor zauhlovací linky. U řetězových dopravníků se toto řeší různými konstrukčními opatřeními a také instalací prvků pro zlepšení toku paliva. Jedná se o následující opatření:

- Pokud je to možné, jsou vhodné zaoblené vnitřní části řetězových dopravníků (eliminace ostrých rohů skříní, kde se nálepy tvoří v převážné míře, ale velmi obtížně se odstraňují)
- Vyložení částí zařízení NEREZ ocelí, nebo jinými materiály, eliminujícími tvorbu nálepu
- Výroba zařízení s kontaktními plochami přímo z NEREZ oceli
- Instalace prvků pro zlepšení toku paliva do násypných částí řetězových podavačů (vzduchové trysky atd.)

U podtlakových MO opět není většinou nutné používat takto sofistikovaná, investičně nákladnější řešení.

Obrázek č. 3.: Příklad násypky do řetězového dopravníku: eliminace „ostrých rohů“, vložka z 2mm plechu z NEREZ oceli



Obrázek č. 4.5.: Příklad násypky do řetězového dopravníku: eliminace „ostrých rohů“, vyrobeno z plechů z NEREZ oceli



Deskové uzávěry:

Aby dokázal deskový uzávěr spolehlivě pracovat v přetlakových MO, 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 deskového uzávěru na kotelně v suchých ročních měsících, jsme použili následující konstrukční řešení:

Obrázek č. 6.: Rozpracovaný DU s uzavírací deskou z NEREZ oceli

- Uzavírací deska z NEREZ oceli (pro suché prostředí postačuje 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 přitlačných 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 jaká je konstrukce DU například v pískovných, šterkovných a podobných méně náročných provozech. Tomuto odpovídá také jejich cenové ohodnocení.

Spodní části zásobníků paliva, násypky do řetězových podavačů, výsypky, svodky:

Značné problémy s tvorbou nálepů v přetlakových MO se vyskytují v částech MO, jako jsou spodní části výsypek zásobníků paliva (nad deskovými uzávěry), násypky do řetězových podavačů, svodky z řetězových podavačů do další následné části technologie dopravy.

Spodní částí výsypek zásobníků paliva, násypky do řetězových podavačů:

Níže popisované možné problémy ani tak nesouvisí s přetlakovým nebo podtlakovým MO, ale vznikají spíše ne zcela vhodnou konstrukcí spodních částí zásobníků paliva, která vzniká při přechodu na palivo s jinými charakteristickými vlastnostmi, či změnou technologie. Přetlakový mlýnský okruh tyto eventuelní potíže ještě zvýrazní.

Z hlediska nálepů a kontinuálního toku paliva jsou tyto části velmi problematické. Dochází zde k zešikmení svislých ploch stěn zásobníků paliva tak, aby tyto mohly být zaústěny do následné dopravy paliva (řetězové podavače nebo jiná doprava). Příliš velké syné úhly těchto stěn a jakákoliv

překážka způsobí nálepy a následné klenbování paliva a omezení jeho toku. Na základě našich praktických zkušeností (dodávka popisované zauhlovací linky, řešení toku paliva kotle FK4 v ČEZ, a.s., Elektrárna Ledvice, Elektrárny Opatovice atd.) můžeme doporučit následující postupy a konstrukční prvky, která sami používáme:

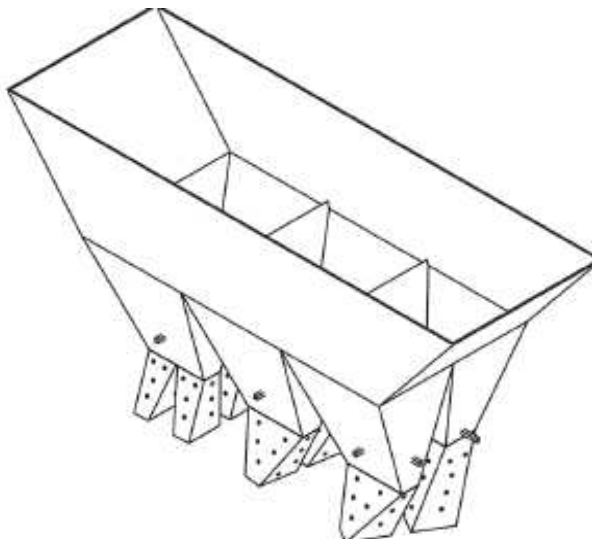
- Provést prostřednictvím odborné laboratoře analýzu mechanických a fyzikálních vlastností používaného paliva, včetně stanovení sypného úhlu dopravovaného paliva
- Na základě této analýzy stanovit a provést vhodné konstrukční úpravy spodních výsypných částí zásobníku paliva a násypek do řetězových podavačů (dopravní technologie)

Konstrukční úpravy spodních částí zásobníku paliva a jejich dovybavení dalšími prvky pro omezení nálepů, klenbování a zajištění lepšího toku paliva obvykle bývají:

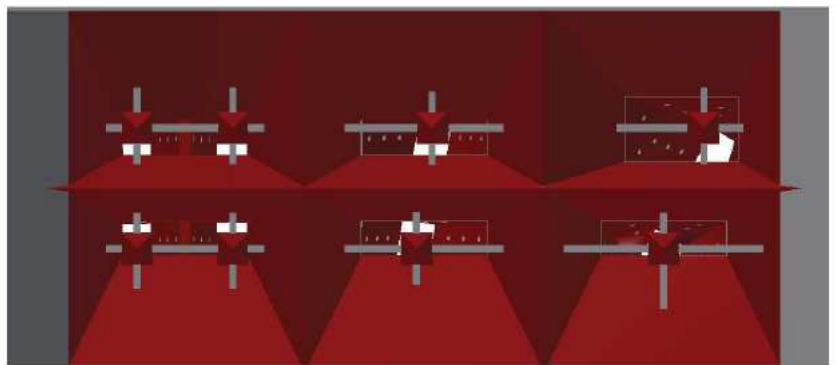
- Instalace pasivních prvků ve spodních částech zásobníků paliva – zprůchodní spodní zúženou část zásobníku a také odlehčí násypnou skříň řetězového podavače (dopravní technologie)
- Instalace nové spodní části zásobníku paliva při dodržení doporučeného sypného úhlu dopravovaného paliva (viz analýza mechanických a fyzikálních vlastností používaného paliva)
- Vyložení vnitřních stěn spodních částí zásobníku paliva materiálem, omezujícím lepení paliva na tyto stěny (plechy z NEREZ oceli, plasty atd.)
- Instalace zaoblených vložek z NEREZ oceli v rozích (spoje na sebe kolmých částí)
- Pokud je to zapotřebí, instalace vzduchových trysek, které v pravidelných časových intervalech narušují eventuální tvořící se nálepy na stěnách zásobníku

Vhodná kombinace výše uvedených opatření Vás zbaví těchto problémů a také problémů následných. Špatná průchodnost paliva a jeho klenbování v zásobníku může způsobit výpadky v dopravě paliva do mlýnů a nepříznivě tak ovlivnit spalovací proces. Může také způsobit zahoření paliva v zásobníku a následné škody. Je tedy vhodné tyto problémy řešit koncepčně, prostřednictvím odborné firmy a **začít vždy analýzou mechanických a fyzikálních vlastností používaného paliva!**

*Obrázek č. 7.: příklad nového tvaru
Spodních částí ZSU, osazení vzduchovými tryskami*



Obrázek č. 8.: příklad instalace pasivních prvků do ZSU



Násypky do řetězových podavačů, výsypky, svodky:

Jedná se o části vnitřního zauhlování mezi deskovými uzávěry pod zásobníky paliva a řetězovým podavačem (dopravní technologií) a řetězovým podavačem a mlýnem. Opět jsme si v praxi ověřili, že vhodná volba materiálů a konstrukčního provedení těchto částí zauhlovací linky může velmi omezit tvorbu nálepu na vnitřních stěnách těchto částí, případně může velmi usnadnit práci obsluhy při odstraňování nálepu, pokud toto nastane. Opět zde používáme obdobné konstrukční prvky, jako bylo popsáno výše:

- Dodržení doporučeného sypného úhlu dopravovaného paliva u násypek, výsypek a svodek
- Vyložení vnitřních stěn násypek, výsypek a svodek materiálem, omezujícím lepení paliva na tyto stěny (obvykle plechy z NEREZ oceli)
- Instalace zaoblených vložek z NEREZ oceli v rozích násypek
- Výsypky a svodky je vhodné vyrábět nikoliv čtvercového nebo obdélníkového profilu, ale profilu kruhového (potrubí patřičného průměru)
- Výsypky a svodky je vhodné vyrábět přímo z NEREZ oceli, nebo z běžné oceli z vložkou, např. 2 mm NEREZ plechu

V praxi jsme si vyzkoušeli, že dodržáním výše uvedených pravidel se situace z hlediska toku materiálu výrazně zlepšil.

Obrázky 9., 10.: expedice svodek a jejich částí z NEREZ oceli



2. *Technicky zajímavé aplikace realizované v roce 2018; co právě probíhá výrobou* **ČEZ a.s., Elektrárna Dětmarovice: nový pohon šikmého pásu T10B vnějšího zauhlování**

V měsíci 10/2018 došlo k poruše na převodovce šikmého dopravníkového pásu T10B, spojené s destrukcí některých částí převodovky. Jednalo se o důležitý šikmý zauhlovací pás, který dopravuje palivo ze skládky do zásobníků surového uhlí nad kotelnou, výkon hnacího elektromotoru 132kW. Navrhli jsme výměnu původní, zastaralé pohonné jednotky za novou, odpovídající současným technickým možnostem.

Obrázek č. 11.: původní zastaralý pohon pásu T10B

Původní pohonná jednotka byla vybavena kroužkovým asynchronním elektromotorem s odporovým rotorovým spouštěčem pro zajištění pozvolného rozběhu pásu (Obrázek č. 11.). Tato zastaralá koncepce pohonu je poněkud složitá a náročná na okolní prostor. Elektromotor vyžaduje dva silové přívody (stator + kroužky rotoru), několikastupňový odporový spouštěč, elektrorozváděčové pole se stykači pro ovládání odporového spouštěče a k tomu všemu ještě ovládací systém, který rozběh pásu nějakým, alespoň trochu



inteligentním způsobem, řídí. Přesto docházelo při rozběhu k rázům do Gurty dopravníkového pásu a jeho mechaniky v okamžicích přepínání jednotlivých odporových stupňů spouštěče a tedy při skokových změnách kroutícího momentu elektromotoru. Díky tomu docházelo ke zvýšenému opotřebení převodovky, samotné mechaniky dopravníkového pásu a také Gurty.

Novou pohonnou jednotku jsme podstatně zjednodušili.

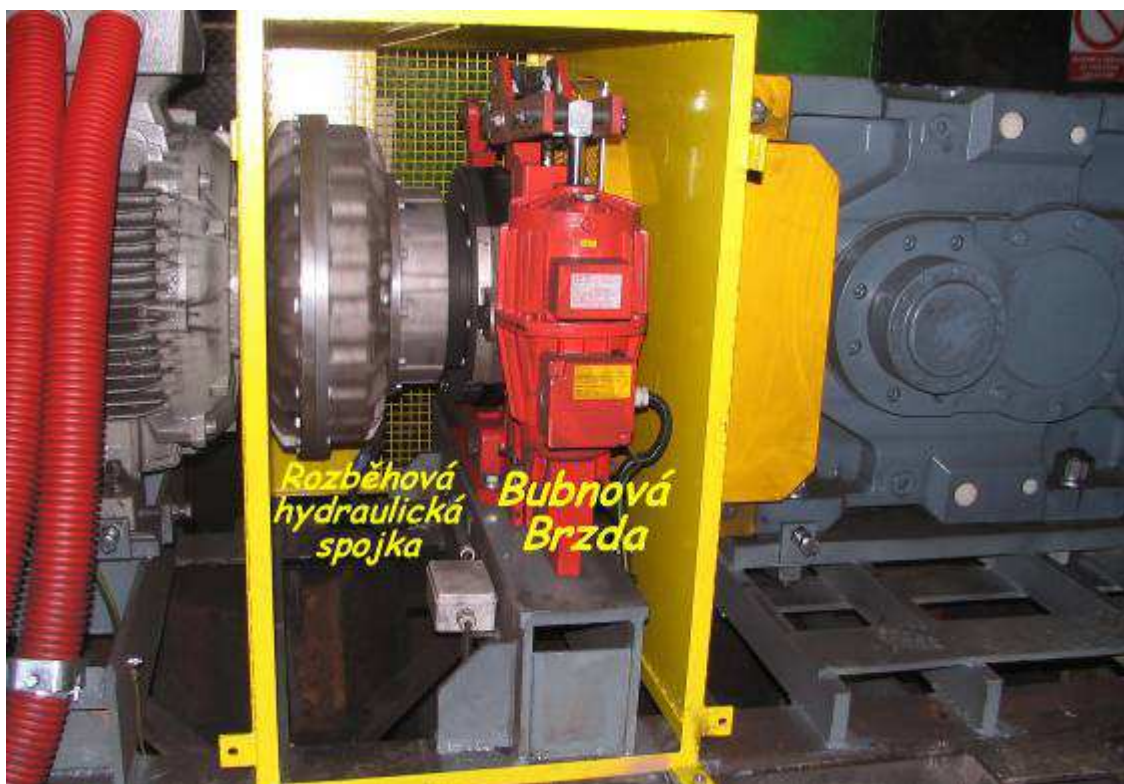
Sestava pohonné jednotky je následující:

- standardní asynchronní elektromotor s kotvou na krátko
- kuželovo-čelní převodovka (výrobce SEW)
- **rozběhová hydraulická spojka + bubnová brzda (výrobce TRANSFLUID)**
- pružná spojka pro spojení hřídele převodovky a dopravníkového pásu (výrobce CMD)

Obrázek č. 12.: nová pohonná jednotka pásu T10B



Obrázek č. 13.: detailní pohled na hydraulickou rozběhovou spojku a bubnovou brzdu



Mezi hřídel elektromotoru a vstupní hřídel převodovky je namontována hydraulická rozběhová spojka a nová bubnová brzda. Pomocí hydraulické rozběhové spojky lze docílit toho, že elektromotor se rozbíhá sice „na tvrdo“, ale **VŽDY** v odlehčeném stavu a dopravníkový pás se rozbíhá **VŽDY** plynulejším a pozvolnějším rozběhem a bez jakýchkoliv momentových rázů. Podle konstrukčního provedení hydraulické rozběhové spojky a množství olejové náplně může rozběh trvat od jednotek až po desítky sekund. Hydraulická rozběhová spojka dále funguje jako spolehlivá momentová ochrana dopravníkového pásu. Pokud dojde k překročení kroutícího momentu na cca 1,3 až 1,5x M_n , dojde k přerušení olejové vrstvy uvnitř hydraulické spojky, pomocí které dochází k přenosu kroutícího momentu od elektromotoru a hnaný stroj se zastaví. Nová pohonná jednotka je již v moderním provedení tak, jak se v dnešní době užívá.

Výhody oproti stávajícímu provedení:

- ⇒ Pozvolný rozběh dopravníkového pásu bez momentových rázů
- ⇒ Spolehlivá momentová ochrana mechaniky dopravníkového pásu
- ⇒ Značné zjednodušení pohonu, včetně jeho ovládání
- ⇒ Zvýšení spolehlivosti provozu (snížení poruchovosti)
- ⇒ Mnohem menší nároky na zastavěný prostor
- ⇒ Velmi tichý provoz

SAKO Brno, a.s.: Změna koncepce zdvihu drapákového jeřábu

Provoz drapákových jeřábů ve spalovnách komunálních odpadů má svá provozní specifika. Jde o manipulaci s nehomogenním a velmi různorodým materiálem, jako jsou nejrůznější tkaniny, fólie, provazy a další směsný odpad. Především dlouhé materiály, které mají tendenci namotávat se do lan a kladnic jeřábů, způsobují problémy. Dochází k vyskakování lan z kladnic s následným poškozením lan, případně i samotných kladnic. Otáčení drapáku, způsobené nabíraným materiálem, má za následek přeskakování lan v drážkách lanového bubnu. To představuje další zvýšené opotřebení lan i lanového bubnu.

Ve společnosti SAKO Brno, a.s., která se zaměřuje na energetické využívání odpadu, jsme v roce 2018 provedli rekonstrukci zdvihové jednotky jeřábové kočky. Úprava jeřábu kompletně změnila koncepci zdvihu.

Nová zdvihová jednotka se skládá z:

- lanového bubnu
- konzoly bubnu
- převodovky s elektromotorem
- bubnové spojky
- lan a traverzy

Všechny výše uvedené části byly v rámci rekonstrukce vyměněny, pouze u lanového bubnu došlo k úpravě (posílení). Lanový buben, traverza, horní rám kočky byly podrobeny statickým výpočtům.

Obrázek č.14.:manipulace s odpadem



Rekonstrukce zdvihové jednotky přinesla několik významných technických vylepšení a také ekonomických úspor:

- ⇒ změna lanování s použitím traverzy významně stabilizuje drapák při nabírání odpadu
- ⇒ nahrazení kladnice pevnou traverzou vyřešilo problémy, které byly s kladnicí spojené
- ⇒ intervaly výměny lan a s tím spojené náklady a omezení provozu by se podle předpokladů měly významně zlepšit

Obrázek č. 15.: instalace traverzy

Nový systém snímání otáček na hřídeli motoru ve funkci hlídání propadu břemene překvapil při testech svou okamžitou reakcí. Při simulované poruše (simulovala se porucha měniče frekvence pohonu zdvihu drapáku) nebyl propad břemene běžným pozorováním rozpoznatelný.

Bezpečný provoz jeřábu zajišťují především brzdy elektromotorů. Před rekonstrukcí jeřábové kočky bylo změřeno cca 160 pracovních cyklů za den. Každý pracovní cyklus představuje několik cyklů brzdy zdvihové jednotky. Při takto náročném vytížení brzdy je naprosto zásadní správné seřízení a kontrola stavu opotřebení brzdového obložení a souvisejících částí. Brzdový systém nepřetržitě vyhodnocuje aktuální pracovní vzduchovou mezeru brzdy. Řídící jednotka také



vyhodnocuje funkci brzdy (zabrzděno/odbrzděno) a překročení meze opotřebení. Od těchto informací se odvíjejí následné inspekční a údržbářské práce, týkající se brzdy.

Další dodaný a nainstalovaný systém, který významně přispívá k bezpečnosti provozu drapákového jeřábu, je elektronické vyhodnocování přetížení zdvihu jeřábové kočky.

Právě vyrábíme 2 kusy vynašečů strusky pro kotle K5 a K6 pro ČEZ, a.s. Teplárna Trmice

Na teplárně Trmice se plánují úpravy kotlů K5 a K6 zásadnějšího charakteru. Jako samostatná akce probíhá výměna již starých vynašečů strusky na nová zařízení. Jedná se o vynašeče strusky s vodním uzávěrem.

Vynašeče se vyrábí a budou dodávat včetně spodních částí škvárových výsypek, které usměrní tok strusky do vynašečů. Výkon vynašečů 14 t/h strusky, vnitřní šířka „vany“ vynašečů 1 200mm, výkon elektromotoru 3kW. Vynašeč pro kotel K5 se expedoval v polovině května, vynašeč pro kotel K6 se bude expedovat o dva měsíce později. Generální dodavatel - ČEZ Energetické produkty s.r.o.

Obrázek č. 16., 17.: svařené části skříní, připravené k penetrační zkoušce



Začátkem května jsme expedovali 8 kusů deskových uhelných uzávěrů a nové části násypných skříní řetězových podavačů paliva RP 500 kotle K6 pro Elektrárnu Opatovice a.s.

Elektrárna Opatovice a.s. se v rámci GO kotle K6 rozhodla provést rekonstrukci spodních částí zásobníků paliva kotle K6. Účel je zamezit klenbování paliva v těchto částech, zajistit lepší průchodnost paliva do řetězových podavačů a následně do mlýnských okruhů. S těmito konstrukčními úpravami také souvisí výměna původních poruchových hydraulicky ovládaných uhelných deskových uzávěrů za nové, elektricky ovládané. Je nutné také provést výměnu násypných částí od zásobníků paliva do řetězových podavačů a násypných skříní řetězových podavačů. Začátkem měsíce května jsme expedovali 8 kusů nových uhelných deskových uzávěrů s elektrickým servopohonem a také nové skříně násypných částí řetězových dopravníků RP 500. Nyní probíhá montáž, koncem 6/2019 proběhne uvedení do provozu. Generální dodavatel je TRANSPORTA Technology s.r.o.

Za pozornost děkuje

Ing. Radek Strnad
Mgr. Petr Nováček