



Systemy kotoučových brzd pro těžní stroje

Power and productivity
for a better world™



Systémy kotoučových brzd pro těžní stroje



Brzdový systém na systému těžního stroje ABB (Mosaic, Kanada)



Přehled

ABB dodává elektrická zařízení pro těžní stroje již po více než 100 let. Od roku 1937 ABB dodává také mechanická zařízení, u nichž jednu z klíčových rolí hrají brzdové systémy. Nejstarší brzdové systémy sestávaly ze samostatných provozních brzd a bezpečnostních (pojistných) brzd, jež byly poháněny stlačeným vzduchem nebo tlakem hydraulického oleje. V průběhu let prošly brzdové systémy ABB četnými významnými fázemi vývoje.

Dnešní nejmodernější technologie pro brzdové systémy těžních strojů je založena na hydraulicky ovládaných kotoučových brzdách. ABB zahájilo tento vývojový proces v roce 1962 a má řadu let zkušeností s aplikací této technologie na systémy těžních strojů. Velký počet vývojových prvků ABB a vývoj technických parametrů u těchto systémů kotoučových brzd vedly ke značnému zlepšení v oblasti bezpečnosti, dostupnosti a produktivity systémů těžních strojů.

V současné době mnoho starších těžních strojů ještě stále používá původně dodávané brzdové systémy. Přestože tyto původní brzdové systémy možná sloužily obdivuhodným způsobem během své životnosti, jejich spolehlivost a bezpečnostní parametry budou výrazným způsobem zaostávat za těmito vlastnostmi u moderních brzdových systémů těžních strojů. Nový systém kotoučových brzd ABB se snadno instaluje a vede k velkému zlepšení bezpečnosti, dostupnosti a produktivity těchto starších těžních zařízení.

Modernizační projekty

ABB projektuje, dodává a uvádí do provozu kompletní systémy pro těžní stroje různých provedení, typů a velikostí, jakož i systémy pro nové projekty nebo modernizační projekty.

Různé typy těžních strojů, jichž se tato činnost obvykle týká, jsou následující:

- třecí těžní stroje
- těžní stroje jednobubnové
- dvoububnové těžní stroje
- zařízení pro hloubení šachet

Pro modernizaci těžních strojů dodávaných jinými dodavateli může ABB dodat rovněž samostatné systémové sady kotoučových brzd, které mohou být zakomponovány do stávajícího řídicího systému těžních strojů.

Požadavky na brzdy a jejich funkčnost

Normální zpomalování těžního stroje z plné rychlosti do zastavení je dosahováno elektricky pomocí řídicího systému motoru

Brzdové stojany



a těžního stroje. Systém hydraulických brzd obecně funguje jako parkovací brzda v klidovém stavu.

V případě ztráty výkonu motoru, překročení rychlosti, přejetí nebo v jakékoliv jiné nouzové situaci pak brzdový systém slouží jako poslední prostředek pro bezpečné úplné zastavení těžního stroje, přičemž rychlost zpomalování odpovídá specifickým důlním bezpečnostním předpisům. Hydraulický brzdový systém je proto kritickým faktorem pro bezpečný a spolehlivý provoz těžního stroje.

Systém kotoučových brzd od ABB je navržen tak, aby splňoval všechny hlavní národní důlní bezpečnostní předpisy. Tyto bezpečnostní předpisy často uvádějí zpomalení při nouzovém zastavení minimálně $1,2-1,5 \text{ m/s}^2$ pro plnou zátěž v klesajícím směru a maximálně $5,0 \text{ m/s}^2$ ve stoupajícím směru.

Kromě toho musí mít brzdové systémy statickou zádržnou kapacitu na úrovni dvoj až trojnásobku momentu nerovnováhy.

Počet brzdových jednotek potřebných pro konkrétní stroj se normálně určuje pomocí statického brzdného momentu, neboť dynamický brzdný moment potřebný pro zpomalení v uvedené úrovni 1,2–1,5 m/s² pro plnou klesající zátěž je obecně nižší, než je tomu u brzdného momentu v klidovém stavu. Jednou výjimkou jsou důlní stroje ve velmi hlubokých šachtách. V těchto případech z důvodu velkých rotujících hmot systému těžního stroje by měl být počet brzdových jednotek stanoven namísto výše uvedeného na základě požadavků na zpomalení.

Filozofie brzd

Zpomalování s konstantním brzdným momentem při nouzovém zastavení je obecnou metodou, která se široce využívala v dolech po řadu let. Při použití této metody dochází u hydraulického tlaku v brzdových jednotkách ke snížení ve dvou krocích, a to za účelem dosažení předem nastaveného brzdného momentu. Omezení brzdného momentu jsou stanovena určenou minimální a maximální rychlosti zpomalování. U této metody však bohužel existuje možnost velké změny zpomalovacích rychlostí těžních strojů, která je dále doprovázena nebezpečím prokluzování lana při částečně zatíženém nebo prázdném dopravním zařízení. Kromě toho by zpomalování plně naloženého stoupajícího dopravního zařízení mohlo překročit bezpečnou nebo povolenou bezpečnostní úroveň stanovenou v příslušných bezpečnostních předpisech pro důlní stroje.

Pro překonání těchto problémů ABB vyvinulo systém, který kontinuálním způsobem řídí brzdný moment během nouzových zastavení. Účelem tohoto systému je řídit a redukovat zpomalení na vhodnější a kontinuálně bezpečnější úroveň. Navíc bude mít tato činnost za následek snížené namáhání mechanických součástí těžního stroje.

Pro kontinuálně regulovaný brzdý moment při nouzovém zastavení působí tlak oleje proti síle talířové pružiny v segmentech třmenů kotoučových brzd a je řízen mezi dvěma hodnotami tlaku. Spodní mezní hodnota odpovídá stanovenému zpomalování 1,3–1,5 m/s², pro plně klesající zátěž, zatímco horní mezní hodnota odpovídá plně stoupající zátěži, což znamená zhruba 10–15 % maximálního dostupného brzdného momentu.

Při nouzovém zastavení tlak oleje rychle klesne z plného tlaku na horní regulační mez. Následně dochází k dalšímu snížení podle lineární funkce času v ovládacím systému, dokud nebude dosaženo nastavené požadované hodnoty zpomalení.

Vnitřní prostor nové hydraulické jednotky



Skutečná úroveň zpomalení se měří zařízením pro zpětnou vazbu rychlosti, jež je připojeno k navijecímu bubnu těžního stroje.

Provoz

Brzdový systém je normálně navržen tak, aby pracoval s regulovanou brzdou silou pro zajištění stejných úrovní zpomalení během všech provozních situací, bez ohledu na směr dráhy, rychlost, zátěž nebo jiné faktory. To významným způsobem zlepšuje bezpečnostní parametry těžního stroje při současném omezení mechanického namáhání v zařízení. Za normálních okolností jsou k dispozici dva brzdné režimy:

- zastavení z pomalého pohybu do úrovně plného zastavení (provozní brzdění)
- řízení brzdění v nouzové situaci (nouzové zastavení/bezpečnostní brzdění)

Provozní brzdění

Během normálního zastavení se rychlost těžního stroje snižuje pomocí hnacího systému motoru. Když těžný stroj provede

zpomalení na dojezdovou rychlost a dopravní zařízení se nachází zhruba 0,5 m před úrovní konečného zastavení, sníží se hydraulický tlak v brzdových jednotkách tak, aby bylo možno dosáhnout hladký lehký kontakt na kotoučích brzd. Tlak se pak sníží na nulu ve dvou krocích předtím, než dopravní zařízení dosáhne úrovně konečného zastavení.

Bezpečnostní brzdění (nouzové brzdění)

Bezpečnostní brzdění je dosaženo výlučně prostřednictvím hydraulického systému kotoučových brzd. Existují dva možné režimy brzdění:

- brzdění založené na regulovaném brzděném momentu pro zajištění konstantní rychlosti zpomalování
- brzdění založené na konstantním momentu

Předmět dodávky – systém kotoučových brzd

Standardní systém kotoučových brzd dodávaný ABB je v typickém případě tvořen následujícími hlavními komponenty:

- brzdové stojany
- brzdové jednotky s třecími segmenty
- senzory vzduchové mezery
- hydraulická výkonová a řídicí jednotka
- řídicí systém a rozhraní k procesu provozu technologie

Pro těžní stroje bez brzdových kotoučů může ABB dodat na zakázku navržené šroubované brzdové kotouče, které se budou instalovat na místě. ABB může rovněž poskytnout testovací ventilové jednotky pro stávající hydrauliku, a to za účelem umožnění snadné údržby.

Brzdové stojany

Systém kotoučových brzd ABB zahrnuje dva nebo více brzdových stojanů, kde jsou nainstalovány hydraulické brzdové jednotky, potrubní vedení a ventily. Každý brzdový stojan má rozvětvený potrubní systém s manuálně provozovanými ventily připojenými ke každé hydraulické brzdové jednotce. Tyto ventily umožňují hydraulické brzdové jednotce, aby byla udržována v otevřené nebo uzavřené poloze pro účely provozu, zkoušení či údržby. Všechny ventily jsou namontovány pod ochranným krytem, který je z bezpečnostních důvodů za normálních podmínek uzamčen. Hydraulické brzdové jednotky jsou namontovány na brzdových stojanech. Hydraulické brzdové jednotky nabízejí optimální řešení pro vysoce výkonné brzdění těžních strojů. Díky malým pohybujícím se hmotám mají krátkou dobu reakce a vzhledem k tomu, že se používá několik brzdových jednotek, řazených paralelně, dochází též k eliminaci problémů souvisejících s „komponenty v jedné linii“. Každá hydraulická brzdová jednotka má dvě třmenové poloviny, ve kterých jsou zajištěny neazbestové brzdové třecí segmenty.

Vnější strana nové hydraulické jednotky



Třecí segmenty brzdy působí na brzdové kotouče s pomocí velkého počtu talířových pružin a jsou uvolňovány z těchto brzdových kotoučů prostřednictvím tlaku oleje, který působí proti síle talířových pružin. Pro dlouhou životnost a spolehlivý provoz musí být řádně seřizena vzduchová mezera mezi kotoučem brzdy a třecím segmentem brzdy. Tomuto seřízení jsou nápomocny elektronické senzory vzduchové mezery.

ABB má rovněž speciální verze brzdových jednotek pro použití na těžních strojích s kluznými ložisky, kde se požaduje větší vzduchová mezera.

Senzory vzduchové mezery

Vzduchová mezera má vliv na upínací sílu hydraulické brzdové jednotky a je velmi důležitá pro spolehlivý výkon brzdového systému těžního stroje. Pokud se bude vzduchová mezera zvětšovat, bude se upínací síla zmenšovat při současném snižování životnosti sestavy pružiny. Brzdový systém ABB je proto opatřen elektronickými senzory pro monitorování vzduchové mezery každé poloviny třmenu kotoučové brzdy. Díky rozlišení 0,1 mm je měření velmi přesné. To umožňuje vizualizaci hodnot vzduchové mezery na obrazovce obsluhy těžního stroje v řídicí místnosti (velínu). Pomocí těchto informací mohou pracovníci údržby provést odpovídající preventivní měření pro zajištění toho, aby se vzduchové mezery pohybovaly v rámci doporučených hodnot.

Brzdové kotouče a destičky

ABB obecně doporučuje z bezpečnostních důvodů dva brzdové kotouče. Na nových navíjecích systémech jsou brzdové kotouče normálně přišroubovány k bubnu, jsou však k dispozici též přivařované brzdové kotouče. Brzdové destičky jsou neazbestového typu. ABB zrealizovalo rozsáhlý výzkumný program, v jehož rámci bylo provedeno mnoho zkoušek na různých materiálech destiček v plném měřítku. To nám umožnilo vybrat nejhodnější neazbestový materiál brzdové destičky. Velmi důležité je chování, které se vztahuje ke ztrátám při vysokém tepelném zatížení a koeficient tření musí splňovat vypočtenou hodnotu v 0,35–0,40.

Zkušební jednotka ventilů

ABB vyvinulo jednoduchý a přesto cenný nástroj pro systémy těžních strojů: jedná se o zkušební jednotku ventilů. Tato jednotka se používá především pro účely údržby a může být elektricky připojena k jednotlivým ventilům v hydraulické stanici pro kontrolu jejich funkce. Rovněž může být použita pro ovládání hydraulických brzdových jednotek při současném seřízení senzorů vzduchové mezery nebo cirkulace oleje přes filtr.

Hydraulický systém

Hydraulická výkonová jednotka obsahuje elektricky poháněné pístové čerpadlo s variabilním výtlačným množstvím kapaliny, které je namontováno pod olejovou nádrží se všemi potřebnými ventily a přístroji, které jsou požadovány pro ovládání hydraulických brzdových jednotek. Pro zajištění vysoké bezpečnosti a spolehlivosti má hydraulická řídicí jednotka dva paralelní ventilové systémy pro řízení tlaku. V hydraulické stanici jsou

Řídicí skříňka brzd pro samostatný brzdový systém



tři hydraulická připojení, z nichž jedno slouží k natlakování brzdových jednotek a dvě pro řízený návrat oleje z brzdových jednotek. Dvě samostatné a nezávislé zpětné větve oleje zajišťují spolehlivý provoz brzdového systému v případě poruchy v jedné z větví.

Analogový hydraulický tlakový převodník připojený k ovládacímu systému těžního stroje kontinuálně monitoruje tlak systému a zajišťuje řádný provoz systému kotoučových brzd.

Rozhraní řídicího systému a procesu

Ovládání a funkce brzdového systému jsou soustředěny v samostatné řídicí jednotce, která obsahuje nezbytná zařízení a softwarové moduly pro systém kotoučových brzd. Metalicky propojené bezpečnostní okruhy jsou provedeny prostřednictvím elektrických relé a stykačů.

Rozváděč řízení brzd



Řídicí systém monitoruje rychlost těžního stroje, napájecí napětí a hydraulický brzdový tlak. Aby byla umožněna plná provozní funkčnost, a to i během krátkého výpadku, je opatřen bateriovým zálohováním napájení.

Dohled nad brzdovým systémem je spolu s údržbou zajišťován prostřednictvím procesního panelu ABB, nainstalovaného v obslužné místnosti těžního stroje. Panel zobrazuje následující informace o brzdových systémech:

- stav brzdového zařízení, poruchy a vzduchové mezery u třmenů kotoučových brzd
- funkce brzdových zkoušek, včetně zkoušek brzdících sil, zkoušek pružin a zkoušek pro dohled nad zpomalováním
- nastavení parametrů pro řídicí a monitorovací funkce

Rozhraní mezi řídicím systémem brzd a řídicím systémem těžního stroje je relativně jednoduché a zahrnuje řadu procesních signálů.

Signály předávané z řídicího systému těžního stroje do řídicího systému brzd zahrnují: rychlost těžního zařízení, proud motoru, bezpečnostní okruh, použití brzd, odlehčení brzd, referenční údaje pro tlak v brzdovém systému, atd.

Signály předávané z řídicího systému brzd do řídicího systému těžního stroje zahrnují: použití brzd, skutečný tlak v brzdovém systému, brzdový systém v činnosti, poruchu brzd, varování brzdového systému, atd.

Rozhraní mezi řídicím systémem brzd a řídicím systémem těžního stroje je lehce ovladatelné díky dobře definovanému standardizačnímu programu systému kotoučových brzd od ABB.

Výhody

Systém kotoučových brzd ABB poskytuje vlastníkům dolů a pracovníkům dolů četné přínosy zahrnující:

- zvýšenou bezpečnost
- sníženou údržbu
- zvýšenou spolehlivost
- zvýšenou produktivitu
- řízené brzdění při nouzovém zastavení
- monitorování stavu brzdového systému a informace o provozu zařízení.

Samostatný brzdový systém ABB při uvádění do provozu na těžním stroji, který nepochází od ABB



Kontaktujte nás

ABB s.r.o.

ul. Na Rovince 879
720 00 Ostrava – Hrabová
Česká republika
Tel.: +420 597 468 801
Fax: +420 597 468 802

www.abb.cz

ABB AB

Mining Department
SE-721 59 Västerås, Švédsko
Tel.: +46 21 34 00 00
Fax: +46 21 18 58 90

www.abb.com/mining