



INOVACE JÁMOVÉ VÝSTROJE

Hynek Přeček¹, Radek Kotík², Ervín Bardoň², Miroslav Kucharczyk²

Klíčová slova: těžní zařízení, svislá doprava hlubinných dolů, jámová výstroj

Abstrakt:

Na OKD a.s. Dole ČSM Sever je v provozu těžní zařízení (TZ) ozn. 3 a 4. Jedná se o 2xskipový dvojitý dopravní systém. Ve výdušné jámě je velmi agresivní prostředí. Ocelové prvky – těžní lana, nádoby a především jámovou výstroj je nutno často vyměnit z titulu nadměrné koroze + mechanického otěru u jámových průvodnic.

1. Úvod

Na dole ČSM Sever jsou v provozu ve výdušné jámě 2 dvojitá těžní zařízení.

Parametry: Typ 4K4016
Pohon W-L
Výkon 2x 1800 kW
Užitečné zatížení 20t
Rychlost těžby 14 m/s
Těžní lana 4x 40 mm
Plochá pogumovaná vyrovnávací lana 3x
Jáma ϕ 7,5 m
Těžební hloubka 955 m

Jámová výstroj je tvořena průvodnicemi toho času kombinovaný profil hranatá trubka 140 x 12,5 mm včetně tvarovaného nerezového plechu tl. 5 mm, rozpony jsou provedeny z trubky 150 x 150 mm, příčky z profilu I 160 (I 200).

2. Rozsah modernizace

Z titulu dynamiky subsystému dopravní nádoba versus jámová výstroj a vlivem agresivních důlních vod dochází k nadměrné korozi ocelových prvků výstroje vč. otěru od pevných vodítek skipové nádoby vedené po průvodnicích. Je nutno vyřešit spolehlivý systém, který by prodloužil životnost subsystému a zároveň splnil veškeré podmínky báňských předpisů o bezpečnosti práce ve svislé dopravě.

2.1 Rozbor důlních vod

Dle analytické laboratoře divize Ekotechnika OKD, DPB, a.s. vyplývá:

kationty:	mg/l	ekv.%*	anionty	mg/l	ekv.%*
vápník	= 3066,0	13,98	chloridy	= 38703,0	99,60
hořčík	= 985,0	7,41	bromidy	= 60,80	0,07
sodík	= 19600,0	77,91	jodidy	= 17,70	0,01
draslík	= 253,0	0,59	sírany	= <20,0	-
železo	= 3,38	0,01	HCO ₃	= 177,57	0,27

¹ Ing. Hynek Přeček, CSc., Ing. Radek Kotík; FS, Katedra částí a mech. strojů, 17.listopadu 15, 708 33 Ostrava – Poruba, tel.: +420 59 732 3230, fax.: +420 59 732 3090 , e-mail: hynek.precek@vsb.cz

² Ing. Ervín Bardoň, Miroslav Kucharczyk, OKD, a.s. Důl ČSM, tel.: +420 59 645 1530, +420 603 929 700, e-mail: ervin.bardon@okd.cz

mangan	=	1620	0,01	uhličitany	=	0,00	0,00
amonný ion	=	18,34	0,09	dusičnany	=	8,00	0,01
				dusutany	=	0,09	0,00
				OH-ionty	=	0,00	-
suma	=	23927,34	1094,27	suma	=	38993,16	1096,20
			mval/l				mval/l

Mineralizace	=	62901 mg/l	tvrdost celková	=	117,00 mmol/l
Oxid uhličitý volný*	=	33,4mg/l	tvrdost přechodná*	=	1,46 mmol/l
vázaný*	=	128,0 mg/l	tvrdost stálá*	=	115,55 mmol/l
agresivní*	=	18,7 mg/l	tvrdost vápenatá*	=	76,50 mmol/l
celkový*	=	161,7 mg/l	tvrdost hořečná*	=	40,53 mmol/l
alkalita celková*	=	2,91 mmol/l	acidita celková*	=	0,76 mmol/l
alkalita zjevná*	=	0,00 mmol/l	acidita zjevná*	=	0,00 mmol/l

Z rozboru vyplývá vliv sodíku vázaným na chloridy, bromidů (jodidů), což jsou velmi agresivní důlní vody s ohledem na ocelové prvky jámové výstroje.

3. Navrhovaná varianta

Při zvažování varianty oceli přichází v úvahu oceli vyššího typu na bázi C – Mn, které jsou vyrobeny moderním metalurgickým způsobem a které mají mez kluzu na úrovni 500 MPa. V České republice se jedná o modifikovanou ocel 11503, která svým chemickým složením spadá již do oblasti třídy 13, tj. jedná se o ocel 13116. Meze kluzu 500MPa je dosahováno u plechů tl. do 20 mm, takže je záruka dosažení této úrovně u trubky či hranaté trubky, která bude mít rozměr 150 x 150 mm a tloušťku stěny 8 ÷ 14 mm. U daného materiálu byla v minulosti hodnocena náchylnost k praskání v sirovodíku. I když se jednalo o dřívější klasický materiál, místem iniciace celkového lomu se vždy ukazovalo místo se siričným vměstkem typu MnS. Jestliže se tedy upravila technologie výroby plechů tak, aby byl obsah síry minimalizován, bylo již předběžně dosaženo úspěšného řešení.

Jak bylo uvedeno, řešením je čtyřhran 150 x 150 mm o tloušťce stěny 8 ÷ 14 mm, vyrobený z homogenního materiálu 13116 o minimálním obsahu síry max. 0,001%. Délka tohoto čtyřhranu činí 8 200 mm. Při tak nízkém obsahu síry je taky předem zaručena svařitelnost profilu a úroveň mechanických vlastností svarových oblastí. Rovněž je nutno mít na patrnosti, že je možno očekávat vysokých mechanických vlastností, tj. meze kluzu, meze pevnosti, tažnosti, kontrakce a vrubové houževnatosti základního materiálu.

Obdobně lze zvolit materiál označení ČSN 15 216 tj. ocel s příměsí 0,2% C, 1,5% Mn a 0,3Cu.

4. Nově navrhované řešení

Nové řešení lze tedy navrhnout následovně:

1. Posílení kolového (bantamového) vedení a snížení výchylek dopr. nádob o 38% (skip č.4).
2. Objednání v zahraničí C-Mn oceli ve tvaru čtvercového průřezu 150x150 mm o tloušťce stěny 8 ÷ 14 mm a délce 8,2 m. Ocel musí vyhovovat ČSN 13116 nebo stupni S500 dle Euronormy pro stavbu budov a mostů. Paralelně bude zajištěna (na základě objednávky) laboratoř, ve které budou hodnoceny parametry odolnosti oceli vůči praskání v sirovodíku.
3. Jestliže budou splněny všechny podmínky oceli ČSN 13116 a současně podmínky pro stupeň S500 a budou-li v pořádku rozměrové požadavky, budou čtvercové profily přijaty ke stavbě průvodnic.
4. Eventuálně je možno počítat se supermartensitickou ocelí, ale tato supermartensitická ocel je ekonomicky prakticky stejně náročná jako oceli dosud používané (17240, 17349). Z hlediska korozně-erozních účinků lze však u této oceli očekávat největší imunitu vůči prostředí šachty, tj. důlní vody a ovzduší.
5. Rovněž je výhodné použít materiály na bázi označené Cor-Ten.

OKD, a.s., Důl Paskov vypsala na sklonku loňského roku výběrové řízení na realizaci modernizace s výše popsáním zadáním, jehož vítězem se stala firma INCO engineering s.r.o. Po podpisu smlouvy byla vítěznou firmou vypracována projektová dokumentace samotné modernizace. Stěžejním prvkem byla náhrada původních brzdových strojů BV 810 elektropneumatickým systémem Sistonik PR6K/B. Jedná se o moderní brzdový systém zkonstruovaný přímo pro účely probíhajících modernizací. Nahrazuje zastaralý elektromechanický systém ovládání tlakovzdušných brzdových strojů včetně složitých pákových převodů na stanovišti strojníka. Přináší výhody elektronické regulace tlaku, použití moderních pneumatických prvků, systému několikanásobného jištění, řízení pomocí programovatelných automatů, rozsáhlý soubor zabezpečení, ať už programových kontrol, prostředků autodiagnostiky a dalších, které by zabraly celé stránky detailnějšího popisu. Systém zabezpečení je řešen jako duální. To znamená, že tvoří uzavřený celek s minimálními elektrickými zásahy do

původního stroje. Správná funkce systému Sistonik PR6K/B je ve všech provozních režimech trvale monitorována a současně několikanásobně jistěna. V oblasti pneumatických obvodů je to z hlediska koncepčního existence tří na sobě nezávislých pneumatických okruhů zajišťujících pojistné brzdění. Díky promyšlené konstrukci a důvtipnému systému zabezpečení dosahuje Sistonik PR6K/B velmi dobré regulace brzdě síly stejně jako vysoké úrovně provozní bezpečnosti a spolehlivosti. Jeho zapojení do pneumatických a elektrických obvodů modernizovaného těžního stroje je snadné a jeho nároky na údržbu jsou minimalizovány.

V tomto konkrétním případě, kdy modernizace spočívá pouze v instalaci systému Sistonik PR6K/B (jen modernizace napájení a řízení brzd), je přínosné, že mezi programovými kontrolami prováděnými duplicitně v systému jsou kontroly rychlosti těžního stroje (kontrola 115% jmenovité rychlosti, spojité kontrola dojezdové rychlosti, kontrola přejezdové rychlosti, kontrola hloubkoměru a další). Tato skutečnost, spolu s možností vyvedení údajů vnitřního hloubkoměru na pult strojníka, způsobuje, že aplikace předmětného systému napájení a řízení brzd vede ke značnému zvýšení provozní bezpečnosti modernizovaného těžního stroje.

Dalším významným prvkem modernizace je instalace technologického regulátoru Modulex, který obsahuje silovou a regulační část v rozsahu potřebném pro řízení rychlosti motoru TS s pohonem W-L soustrojím. Vzhledem k pozdějšímu plánovanému nahrazení W-L soustrojí, bude regulační skříň provedena tak, aby jí bylo možno řídit tyristorový měnič kotevního obvodu v 12-ti pulzním reverzačním zapojení. Modulex rovněž nahradí ve své funkci stávající rotační zdroje budícího proudu pro těžní motor a pro buzení řídicího dynama včetně regulačních obvodů a odporů.

Náhradě stávajících rozvaděčových skříní řízení, pomocných pohonů a důlní signalizace není myslím potřeba věnovat větší prostor, i když provedení a kvalitativní skok kupředu spolu s minimálními nároky na údržbu zanedbatelné rozhodně nejsou.

Na první pohled pak rozhodně celé akci dominuje instalace moderní klimatizované a zvukotěsné kabiny strojníka TS, jejímuž interiéru dominuje nový ovládací pult v ergonomickém provedení. Tento je vybaven digitálním hloubkoměrem a rychloměrem a průmyslovým PC, celou řadou kontrolních a ovládacích prvků. V neposlední řadě pak dvěma velkoplošnými dotykovými displeji, z nichž jeden tvoří výstup zabudovaného počítačového tachografu ET 02 a druhý realizuje centrální systém vizualizace provozních a poruchových stavů. K ručnímu řízení TS slouží dva joistikové ovladače, kde pravým ovládá strojník TS pohon a levým jízdní brzdu.

Konečnou fází celé modernizace byla výměna stávajících brzdových čelistí a táhel. Jejich výměnou jsme museli naplnit ustanovení Vyhlášky ČBÚ č. 415/2003 Sb. ve znění pozdějších předpisů, a to dosažení minimální bezpečnosti $K=7$, přičemž původní systém byl navržen pro min. bezpečnost $K=5$. Nově navržené brzdové čelisti byly tedy vyrobeny se stejnou geometrií a byla provedena úprava stojin změnou montážních otvorů ve stojině, která oproti předchozí verzi má menší vrubový účinek. Čelisti byly svařeny z ocelových plechů o tloušťce 20 mm z konstrukční oceli s vyšší mezí kluzu, s označením S690QL. Svařenec čelisti byl žíhán na snížení pnutí. Uvedená ocel S690QL dosahuje v dané tloušťce pevnosti 760 MPa, meze kluzu 690 MPa a je určena pro vysoce namáhané svařované konstrukce pracující za normálních i nízkých teplot. Ze stejného materiálu S690QL byly vyrobeny i konzoly čelistí, které kotví čelisti k základním deskám čelistí. Ostatní části, méně namáhané, tj. táhla, oka táhel a vahadlo byly vyrobeny z materiálů 11523 eventuelně 11503.1. Čepy byly vyrobeny z oceli 14220 a jsou cementovány a kaleny. Pro oka táhel a dolních ok brzdových čelistí byla zvolena technologie nalisovaných samomazných pouzder.

Literatura:

- [1] H. Precek, J. Ziegler: Wire Industry, 52, 1985, 486- 487.
- [2] V. Číhal : Korozivzdorné oceli a slitiny, Academia, Praha, 1999, ISBN 80-200-0671-0.
- [3] M. Tvrdý a kol.: Výzkum a vývoj supermartenzitické oceli 13% Cr, 6%Ni, 2,5Mo. Konference o nerezavějících ocelích 10/2002, Brusel.

Recenzia/Review: *prof. Ing. Ján Boroška, CSc.*