

Ing. Oldřich H a v r á n e k, VÚHU
Ing. Rudolf S v o b o d a, VÚHU

Provozní zkušenosti s vakuovými stykači v SHR

1.0 Ú_v_o_d

Spolehlivost jednotlivých strojních dílů a elektroprvků důlních mechanismů do značné míry rozhoduje o efektivnosti těžebního procesu; o časovém i kapacitním využití velkostrojů a pásové dopravy, o celkové i měrné spotřebě elektrické energie a o dalších ekonomických ukazatelích, vztažených na dobývané a dopravované hmoty. Z uvedených důvodů vyplývá pochopitelná snaha provozovatelů uvedených mechanismů používat co nejspolehlivější prvky. V oblasti silnoproudé elektroniky bylo proto nutné se zabývat poruchovostí vysokonapěťových vypínačů typů VOSR a IRODEL, používaných pro spouštění vn motorů velkostrojů a pásových dopravníků. Přes opětovné pokusy zvýšit u uvedených vypínačů spolehlivost funkce, nebyl dosažen potřebný efekt. Náhrada VOSRů vypínači IRODEL rovněž problém nevyřešila, spíše se situace zhoršila. Podstatný obrat ke zvýšení spolehlivosti nastal až při používání vn stykačů typu VST 7,2/0,4, kterými byly převážně v průběhu posledních 3 let vybavovány stávající i nově dodávané dobývací a zakládací velkostroje a poháněcí stanice pásových dopravníků.

Článek dále obsahuje současný stav zkušeností s provozem vakuových stykačů v SHR.

2.0 Vývoj a aplikace vn vakuových stykačů VST

Základním prvkem vakuového stykače je vakuové zhášedlo. Jeho vývojem a pozdější aplikací pro stykače se v letech 1964 - 1972 zabývali pracovníci TESLY Vršovice a Výzkumného ústavu silnoproudé elektrotechniky /VÚSE/ Běchovice /1/. Již první zkoušky na zkušebně VÚSE a později v provozu SONP

Kladno prokázaly životaschopnost a vhodnost využití vakuových zhášedel pro stykače a odpínače.

První aplikací do důlního provozu SHR bylo zkušební použití stykače VST 7,2/0,4 pro spínání motoru kola kolesového rýpadla KU 300-2 na dole 5. květen v Trmicích v roce 1974 /2/. Na základě výsledků zkušebního provozu stykače bylo konstatováno, že stykač z hlediska nároků na pracovní prostředí, životnost, četnost spínání, spolehlivost a malých nároků na údržbu je velmi vhodný pro použití na kolesových rýpadlech, což se plně doporučuje.

V té době a několik dalších let byla výroba stykače zajišťována ve vývojových dílnách VÚSE Běchovice. Postupně byl stykač instalován i na poháněcích stanicích pásové dopravy /3,4/ a dále zdokonalován zejména pro reversační spínání motorů.

Velmi dobré provozní zkušenosti se stykači VST a kritický poruchový stav stávajících vn vypínačů VOSR a IRODEL přispěly k zavedení seriové výroby stykačů v Elektrotechnických závodech Julia Fučíka v Brně od roku 1981. Vyrábějí se v rozvaděčovém výsuvném provedení a dnes jsou již běžnou součástí dodávek nových, případně rekonstruovaných důlních mechanismů.

Zasluhou pracovníků VÚSE jsou pro pracovníky provozů k dispozici technické podmínky /5/, návod k obsluze a seřizování stykače /6/, doplněné i praktickou ukázkou a seznámením se všemi potřebnými manipulacemi a opatřeními při nastavování a provozu stykačů v důlních podmínkách /7/.

2.1 Soubor sledovaných stykačů - zkušenosti

Z celkového počtu instalovaných stykačů v provozech SHR /cca 300 ks/ jsme pro zhodnocení spolehlivosti vybrali stykače z provozu PKAZ, DVIL, DLM /168 ks/. Stykače jsou použity pro spouštění vn motorů velkостrojů a pásové dopravy o výkonech 210 + 1000 kW. V některých případech jsou na stykač připojeny až 4 motory s celkovým výkonem 4 x 500 kW. Vzhledem k

typu motorů /kroužkové motory/ nejsou záběrové proudy velké a stykače je bez problému zvládají.

V tabulce č. 1 jsou uvedeny počty stykačů s provozní dobou, přibližným počtem sepnutí, spínanými motory a počtem do-
savadních poruch s jejich charakterem. Z tabulky je zřejmé,
že poruchy se soustřeďují v podstatě na usměrňovač /21/ cívku
elektromagnetu stykače /48/ a vakuové zhášedlo /40/, což činí
96,44 % všech poruch. Na zbývající necelá 4 % připadají 4 různ-
né poruchy z celkového počtu 113 poruch.

I když provozní technici vyjadřují maximální spokojenost
se spolehlivostí vn stykačů typu VST /v porovnání s předcho-
zími vn vypínači/, nelze ani tento stav považovat plně za uspo-
kojivý. Dokazuje to jednoduchý výpočet spolehlivostních ukaza-
telů, vyplývajících z tabulky č. 2.

Pravděpodobnost poruchy /tab. č. 3/ za uvedenou dobu pro-
vozu je značná a je nutno se na odstranění stávajících nedostat-
ků soustředit. Protože jde v podstatě o tři druhy poruch, kte-
ré se u stykačů vyskytují /usměrňovač, cívka stykače, vakuové
zhášedlo/, lze předpokládat, že potřebná opatření u nových vý-
robků a náhradních dílů povedou ke snížení poruchovosti.

Příčiny poruch lze jen zčásti objasnit, ale spíše se lze
domnívat, že poruchy jsou způsobeny :

Poruchy usměrňovačů se vyskytují zejména v provozu k.p. PKAZ,
kde jsou některé stykače dodány před rokem 1977, kdy byly usměr-
ňovače konstruovány z odlišných typů součástek než usměrňovače
dodané po roce 1978. V současné době se poruchy usměrňovačů
vyskytují jen sporadicky.

Poruchy cívek ovládaných elektromagnetů jsou nejčastější po-
ruchou stykačů. Příčina může být jak v technologii výroby, tak
i v jiných vlivech v provozu /mechanické porušení instalace,
nedosednutí kotvy elektromagnetu při sepnutí aj./. Pro získá-
ní podkladů k provedení spolehlivostních opatření je nutné se
tomuto problému v provozu věnovat a pokusit se nalézt příčinu
těchto poruch. Vyskytují se ve všech sledovaných provozech

úměrně k počtu používaných stykačů a k době provozu.

Vakuová zhášedla vykazují především ztrátu vakua bez zjevné vnější příčiny a jako další poruchu, spečení kontaktů při zkratu na ovládaném motoru. Ztráta vakua je zřejmě výrobní záležitost a lze této poruše a zejména jejímu vlivu na provoz předcházet periodickou kontrolou zhášedel na elektrickou pevnost, kontrolou nastavení vzdáleností kontaktů.

2.2 Výsledky průzkumu a přínos využití stykačů VST

Sledování spolehlivosti vn stykačů VST v provozech SHR jen potvrzuje dobré vlastnosti sledovaných stykačů, které se uplatňují i v těžkých provozech povrchových dolů. Zjištěné závady se v současnosti soustřeďují jen na dva druhy poruch, a to cívky stykačů a vakuová zhášedla. Vzhledem k jednoduchosti stykače jsou ostatní poruchy podstatně menší, a lze je zanedbat.

Z porovnání poruchovosti vn vypínačů VOSR a IRODEL /HK 4 - 6 B, HL4 - 8 a další/ s vakuovými vn stykači VST lze konstatovat, že použitím stykačů VST dojde ke snížení prostojů mechanismů, snížení počtu rozběhů a doby běhů naprázdno. Ze statistických údajů vyplývá, že během roku docházelo na vn vypínačích v průměru k dvaceti vážným poruchám, spojených v průměru vždy s hodinovým přerušením těžby na jednom TC 2. Na základě zjištěného spolehlivostního stavu stykačů VST lze předpokládat, že se jejich použitím sníží počet prostojů z 20 hodin na dvě hodiny za rok, čímž se uspoří 18 hodin prostojů na jednom TC 2 o 10 dopravnících za 1 rok.

3.0 Z á v ě ř

Použití vakuových stykačů VST v provozech SHD přináší řadu výhod. Spolehlivost vycházející z jednoduchosti konstrukce i jednoduchosti seřizování a údržby je podstatným technickým a ekonomickým znakem stykačů. Malé rozměry, malá váha a podstatně větší životnost než stávající vn vypínače umožňují apli-

kací stykačů i v jiných než důlních strojích. Zdokonalený současný stykač VST-RS 7,2/0,4 spolehlivě zvládá i reversační spínání motorů. Sériová výroba v EJF Brno přinesla nutnou kontrolu a opravu nastavení vzdáleností, zejména kontaktů zhášedel v porovnání s bezvadným seřizením stykačů dříve dodávaných z VÚSE Běchovice.

Přes uvedené značné výhody je nutné posuzovat spolehlivost stykačů VST nejen ve vztahu k nespolehlivosti vn maloolejových vypínačů typu VOSR a HK, HL a k bezvadnému provedení i vysoké spolehlivosti anglických vakuových stykačů, instalovaných v několika exemplářích na velkstrojích, ale též objektivně, vzhledem k počtu poruch za sledované období, vzhledem ke spolehlivostním ukazatelům. Z tabulky č. 3 je zřejmé, že pravděpodobnost vzniku poruchy je velká, i když se většina poruch odstraňuje bez nepříznivého dopadu na provoz.

Vzhledem k tomu, že jde v podstatě o dva druhy poruch, bylo provozovatelům doporučeno:

1. Zajistit další průběžné provozní sledování a hodnocení poruchovosti stykačů VST ve všech provezech, kde jsou instalovány /provedou ÚPZF k.p. DNT, DJF, DVIL, DLM a PKAZ/
2. Spolupracovat s výrobcem stykačů /EJF Brno/ na odstraňování příčin poruch stykačů /VÚHU Most/
3. Nadále vybavovat nové i stávající důlní mechanismy vn stykači VST, protože ze stávající nabídky čsl. elektro-technického průmyslu nejvíce vyhovují potřebám důlního provozu.

Tabulka č. 1

Soubor sledovaných stykačů VST

Provoz	Počet stykačů doba provozu		Počet sepnutí	Motory	Počet poruch	Charakter poruch
	ks	měs.				
k.p. <u>PKAZ</u> DPD	8	72	30 000	MQue MAG 500 125,250 kW	15	11 usměrňovač, 4 cívka stykače
	5	24	10 000	MAG 500, 250 kW 1YG 500, 250 kW	3	3 cívka stykače
	26	24	10 000	KT, 500 kW, 1YG		
	15	24	10 000	XK4, 1000kW	10	4 usměrňovač, 6 cívka
KU 300				AD 1344, 630 kW		
KU 800	13	36	12 000	KT, 630 kW	14	6 usměrňovač, 6 cívka
RK				1YF, 630 kW		
PVZ				MQue, MAG 500, 250 kW		2 pomoc.stykač
k.p. <u>DVIL</u> DPD	8	7	3 000	KT, MIPZ, 500 kW KT; 630kW	4	2 cívka, 2 zhá- šedlo / 4 motory / 1 stykač /
	9	10	4 000		3	2 cívka, 1 zhá- šedlo / 4 motory / 1 stykač /
	10	11	4 500		3	2 cívka, 1 RC-člen / 4 mot. / 1 stykač /

Pokračování tab. č. 1

Provoz	Počet stykačů doba provozu		Počet sepnutí	Motory	Počet poruch	Charakter poruch
	ks	més.				
KU 800	9	48	16 000	KT, 630 až 800kW	10	3 cívka, 7 zhá- šedlo
K 1000	9	12	4 000	KT, 630 až 800kW	3	2 cívka, 1 zhá- šedlo
K 300	10	60	20 000	- " -	28	10 cívka, 18 zhášedlo
K 800	15	36	12 000	200, 315, 320 kW	12	5 cívka, 7 zhá- šedlo
ÚUK	1	84	80 000	210 kW, 500 V	-	-
<u>DLM</u>						
DPD	5	36	15 000	1YC, 250kW 500kW	1	1 cívka 2 zháš./3-4 mo- tory/1 stykač/
	4	12	5 000		2	
KU 800	11	12	4 000	1YG, 1YF, 630, 800kW	1	1 mikrospínač
KU 800	10	36	12 000	- " -	4	2 cívka, 3+1 zhá- šedlo /zkrat na motoru/

Tabulka č. 2

Hodnoty pro výpočet průměrné doby provozu stykačů

Stanice PD stroj $i - té$	Doba provozu v $i - té$ stanici /stroji/ $t_i -$ měsíců	Počet stykačů v $i - té$ stanici /stroji/ n_i	$t_i \times n_i$
1.	72	8	576
2.	24	5	120
3.	24	26	624
4.	24	15	360
5.	36	13	468
6.	7	8	56
7.	10	9	90
8.	11	10	110
9.	48	9	432
10.	12	9	118
11.	60	10	600
12.	36	15	540
13.	84	1	84
14.	36	5	180
15.	12	4	48
16.	12	11	132
17.	36	10	360

$$t_{stř} = \frac{\sum_{i=1}^{17} n_i t_i}{\sum_{i=1}^{17} n_i} = \frac{4\,888}{168} = 29 \text{ měsíců /průměrná doba provozu sledovaných stykačů/}$$

$$t_{stř} = \frac{29}{12} = 2,4 \text{ roku}$$

pokračování k tabulce č. 2

Celkový počet sledovaných stykačů $n = 168$

Počet vzniklých závad $n_p = 113$

Počet stykačů pracujících bez závad v okamžiku $\underline{t}$

$$N_0 = n - n_p = 168 - 113 = 55$$

Intenzita poruch:

$$\lambda_p /t/ = \frac{n_p}{N_0 \cdot z_{stř}} = \frac{113}{55 \cdot 2,4} = 0,83$$

Tabulka č. 3

Pravděpodobnost bezporuchového provozu $P /t/ = e^{-\lambda_p \cdot t}$

Pravděpodobnost vzniku poruchy $Q/t/ = 1 - P/t/$ za dobu $\underline{t}$:

roky /t/	1	22	33	55	10
P /t/	0,4249	0,1805	0,0767	0,0138	0,0002
Q /t/	0,5751	0,8195	0,9233	0,9862	0,9998