

Měření poruchových stavů elektrických pohonů

Ing. Václav Škraban, Ing. Vlastimil Moni

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, skraban@vuhu.cz

Přijato: 29. 4. 2011, recenzováno: 31. 5. a 25. 7. 2011

Abstrakt

Jedním z řady komplexních měření in situ, tedy měření na provozních zařízeních vybraných provozovatelů pásové dopravy, je i měření elektrických parametrů pohonů. Smyslem těchto měření je nalezení klíčových faktorů, které nejvíce ovlivňují spolehlivost a životnost pásových dopravníků. Výsledky budou použity pro návrh nového komplexního diagnostického systému pro pásovou dopravu.

Electrical drives fault conditions measurement

Measuring electrical parameters of belt conveyor drives is one of complex measurements conducted in-situ. These measurements are aimed at finding key factors which determine reliability and service life of belt conveyors. The results will be used in order to design a new complex diagnostic system for belt conveyors.

Messung von Störungszuständen der Elektroantriebe

Eine der Reihe von komplexen Messungen in situ, also Messungen auf Betriebseinrichtungen der ausgewählten Betreiber von Bandanlagen, ist auch die Messung von elektrischen Parametern der Antriebe. Der Zweck dieser Messungen ist die Schlüsselfaktoren zu finden, die am meisten Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Gurtbandförderer beeinflussen. Die Ergebnisse werden für einen Entwurf eines neuen komplexen Diagnostiksystems für Bandanlage genutzt.

Klíčová slova: pohon, poruchový stav, diagnostika, proud, frekvenční spektra.

Keywords: drive unit, fault conditions, diagnostics, current, frequency spectrum.

1 Úvod

V tomto příspěvku je popsáno měření poruchových stavů pohonů pásového dopravníku, které bylo prováděno s použitím analyzátorů napájecích sítí ENA 500.22. Vlastnosti a parametry tohoto přístroje jsou podrobně popsány v následující kapitole. Dále jsou stručně popsány měřené pohony a diagnostika poruchových stavů elektrických pohonů pásového dopravníku. Nakonec jsou prezentována s tím související frekvenční spektra napájecích proudů těchto elektrických pohonů [1,2].

2 Použitá přístrojová technika

Naše pracoviště je vybaveno několika špičkovými analyzátory napájecích sítí, které respektují normu ČSN EN 61000-4-7, a to včetně možnosti ukládání naměřených dat do souboru [6]. Jde o přístroje PNA 550, ENA 500.22 a BK 550 MULTI. Tyto analyzátory umožňují měřit v jedné, dvou či čtyřech nezávislých třífázových sítích současně.

K popisovanému měření byl použit analyzátor ENA 500.22 (obrázek č. 1) s příslušenstvím, které tvoří proudové snímače, signální napěťové kabely a dotykový monitor [3]. Tento analyzátor má dvě sady napěťových a proudových vstupů a s výhodou je využíván pro měření dvou třífázových systémů současně.

Programové vybavení tohoto analyzátoru napájecích sítí umožňuje měření:

- efektivních hodnot všech tří napětí (fázových či sdružených),
- efektivních hodnot všech fázových proudů,
- činného, zdánlivého a jalového výkonu jednotlivých fází i hodnot součtových,

- účinníku základní harmonické jednotlivých fází ($\cos \varphi$),
- opravdového (celkového, skutečného) účinníku λ ,
- činitele harmonického zkreslení napětí a proudů jednotlivých fází,
- činné, jalové a zdánlivé energie jednotlivých fází včetně jejich součtů,
- harmonických složek všech tří napětí a proudů (až do 50. harmonické),
- meziharmonických složek všech tří napětí a proudů s krokem 1,25 Hz,
- toků harmonických výkonů jednotlivých harmonických a meziharmonických,
- činitele napěťové a proudové nesymetrie,
- reálné a imaginární části impedancí napájecí sítě a zátěže,
- blikání napájecí sítě (tzv. flicker).

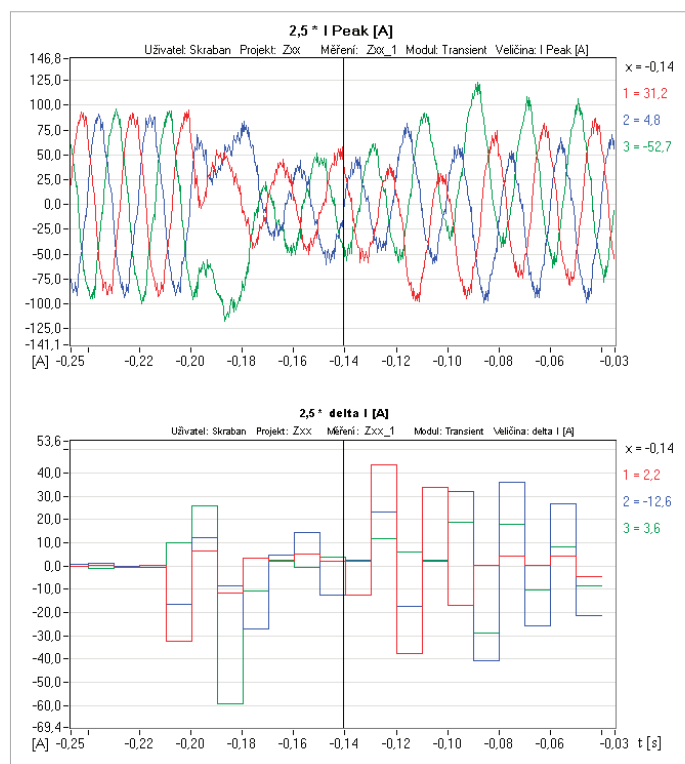


Obr. 1: Analyzátor napájecích sítí ENA 500.22.

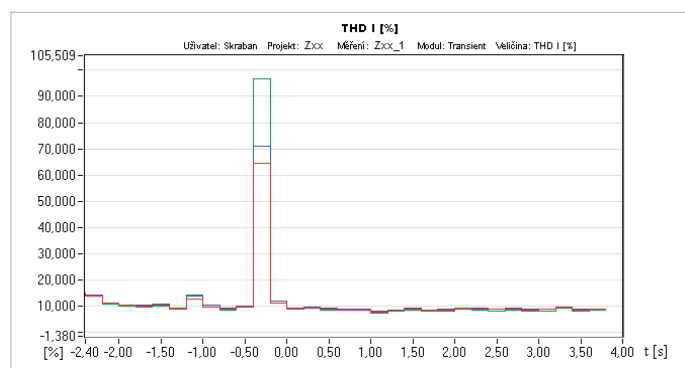
Dále tento přístroj umožňuje zobrazení a záznam rychlých napěťových změn, záznam a zobrazení dat z transientního zapisovače. Obsahuje také monitor pomalých dějů a zapisovač poruchových dějů (disturbance). Tento typ analýzy je charakteristický zobrazením časového průběhu vybrané veličiny. Uložení je vázáno na splnění spouštěcích podmínek.

3 Stručný popis měřených pohonů

Z celé řady měřených elektrických pohonů [2] bylo do tohoto příspěvku vybráno měření poruchových stavů pohonu výložníkového pásu zakladače ZP 6600. Délka výložníkového dopravníku je 88 m a šířka dopravního pásu činí 2 000 mm. Dopravní pás je poháněn dvěma elektromotory o výkonu 500 kW, které přes pružné hřídelové spojky Periflex pohánějí společnou osu dopravníku. Elektromotory jsou napájeny napětím 3 x 6 000 V/50 Hz, pro účely měření jsou oba pohony vybaveny měřicími transformátory.



Obr. 2: Průběh proudové nesymetrie (spodní graf) při poruše v proudu (horní graf).



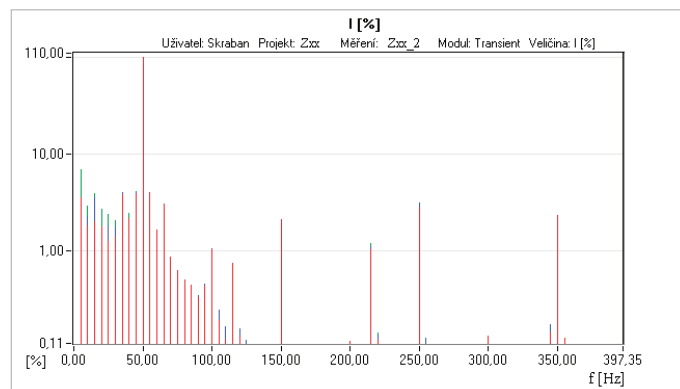
Obr. 3: Průběh harmonického zkreslení proudu THD I při poruše v proudu.

4 Diagnostika poruchových stavů elektrických pohonů pásového dopravníku

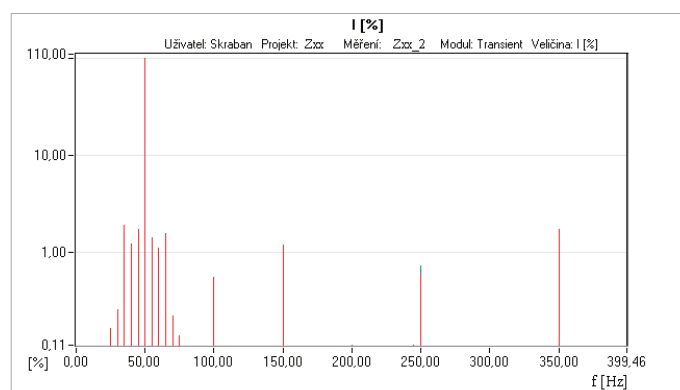
U dopravníku s pružnou spojkou začalo docházet k výpadkům vlivem aktivace proudové ochrany motoru SPAM. Předchozí průběhy (obrázek č. 2, 3) bylo možno zaznamenat až po zablokování výstupu této ochrany. Z horního záznamu transientního zapisovače síťového analyzátoru (obrázek č. 2) je zřejmé, že při poruše dochází k zajímavému zvratu v průběhu jednotlivých fázových proudů (přitom průběh napětí v jednotlivých fázích byl úplně normální, proto je pod obrázky „při poruše v proudu“). Výsledkem je vznik velké proudové nesymetrie (spodní graf obrázku č. 2) po dobu cca 0,2 sekundy. Příčinou poruch je zřejmě stav (pružnost) spojky spolu s narůstající vůlí v ozubení převodovky. Porucha v průběhu proudu se projeví také v průběhu činitele harmonického zkreslení proudu THD I (obrázek č. 3). Pro lepší přehlednost je na vodorovné ose o něco delší časový úsek oproti obrázku č. 2.

5 Frekvenční spektra elektrických pohonů pásového dopravníku

Pomocí analyzátoru napájecích sítí ENA 500.22 můžeme také měřit spektra napětí a proudu. Níže uvedené grafy vznikaly při analýze poruchových stavů pohonů výložníkového pásu zakladače, které jsou popsány v předchozí kapitole. Při porovnávání spekter napětí a proudu v době poruchy a při běžném bezporuchovém provozu jsou v tomto případě mnohem větší rozdíly patrné z transientních proudových spekter [2]. Proto jsou v tomto příspěvku napěťová spektra vynechána. Obecně je ale nutné



Obr. 4: Transient spektra proudu při poruše.

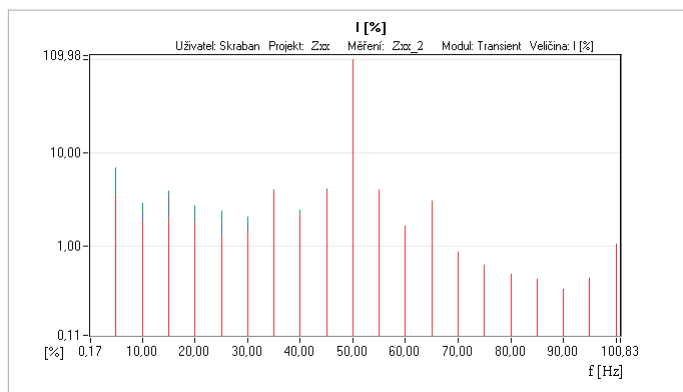


Obr. 5: Transient spektra proudu při běžném provozu.

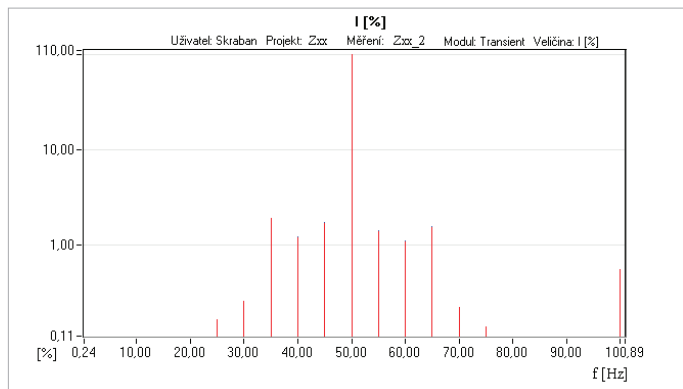
analyzovat i napěťová spektra, aby nedošlo k mylné interpretaci závady.

Jak je zřejmé z obrázků č. 4 až 7, je v proudových spektrech dominantní základní harmonická o kmitočtu sítě, tj. 50 Hz. Z obrázků č. 4 a 5 je vidět, že několik procent hodnoty základní harmonické dosahují i liché harmonické proudů. Základní rozdíl mezi spektry proudu při poruše a při běžném (bezporuchovém) provozu je zřejmý v okolí základní harmonické, detailní proudová spektra jsou na obrázku č. 6 a 7.

Je zřejmé, že tato metoda s využitím transientních proudových spekter vhodně doplňuje při diagnostice poruch elektrických pohonů měření popsaná v předchozí kapitole [4].



Obr. 6: Transient spektra proudu při poruše - detail okolí 50 Hz.



Obr. 7: Transient spektra proudu při běžném provozu - detail okolí 50 Hz.

6 Závěr

V příspěvku bylo popsáno praktické využití analyzátoru napájecích sítí ENA 500.22 při měření elektrických veličin pohonu pásového dopravníku. Jeho využití je ale mnohem širší, např. v provozech povrchových úprav [5]. V proudových spektrech lze najít projevy elektrických a mechanických závad elektrických pohonů. Také vyhodnocování proudové nesymetrie je dnes již standardní v každé ochraně elektrických motorů. Při řešení nového komplexního diagnostického systému pro pásovou dopravu ve všech možných průmyslových provozech jsou využívány poznatky z celé řady měření, které zahrnují vedle zde popsaného stručného výňatku z měření elektrických veličin také termodiagnostická měření, měření kmitání pohonů pásových

dopravníků i posouzení již použitých dopravních pásů z technologického hlediska.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl při řešení projektu MPO FR-TI1/537 „Komplexní diagnostický systém pro pásovou dopravu“.

Literatura

- [1] ŠKRABAN, V., MONI, V.: *Měření elektrických pohonů DPD při rozběhu pásového dopravníku*. AZL-102/10, Zpráva VÚHU a.s., Most 12/2010.
- [2] ŠKRABAN, V., MONI, V.: *Měření poruchových stavů elektrických pohonů pásové dopravy*. AZL-103/10, Zpráva VÚHU a.s., Most 12/2010.
- [3] ELCOM, a.s.: *Uživatelský manuál BK-Report. Analýza naměřených dat*, 7/2009, Ostrava.
- [4] SOKANSKÝ, K.: *Diagnostika vybraných poruch asynchronních motorů pomocí proudových spekter*. CMMS – údržba a diagnostika [online]. <<http://www.cmms.cz/elektromotory/179-diagnostika-vybranych-poruch-asynchronnich-motoru-pomoci-proudovych-spekter.html>>
- [5] ŠKRABAN, V., KLOUDA, P., MONI, V.: *Technická diagnostika v provozech povrchových úprav*. 43. celostátní aktiv galvanizérů, Jihlava 2/2010, s. 5 - 9, ISBN 978-80-903709-4-4.
- [6] ČSN EN 61000-4-7, ČSN EN 50160, ČSN 73 2601.