

Měření rozběhu pásových dopravníků

Ing. Václav Škraban¹, Ing. Vlastimil Kraus²

¹Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most, skraban@vuhu.cz

²Severočeské doly a.s., Chomutov, kraus@sdas.cz

Přijato: 2. 5. 2011, recenzováno: 5. 5., 13. 5. a 30. 5. 2011

Abstrakt

Jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují poruchovost pásových dopravníků na povrchových dolech je jejich chování při rozběhu, zvláště potom při rozběhu plně naloženého dopravníku. Článek popisuje rozběh dvou modernizovaných pásových dopravníků s frekvenčními měniči, které umožňují pozvolný rozběh dopravníku a rozběh dvou běžných pásových dopravníků bez frekvenčních měničů. Popis vychází pouze z měření elektrických veličin uvedených pohonů.

Belt conveyor run-up measurements

Failure rate of belt conveyors used in open pits is basically determined by run-up conditions, especially when the conveyor is fully loaded. The paper describes the run-up of two modernised belt conveyors, which are equipped with frequency converters providing a gradual run-up of the conveyor, and the run-up of two common belt conveyors without frequency converters. The description is based on the measurement of electric variables of these drive units.

Messung des Anlaufes der Gurtbandförderer

Einer der wichtigsten Faktoren, die die Störanfälligkeit der Gurtbandförderer in Tagebauen beeinflussen, ist ihr Verhalten bei dem Anlauf, besonders bei dem Anlauf des voll aufgeladenen Gurtbandförderers. Der Artikel beschreibt den Anlauf von zwei modernisierten Gurtbandförderern mit Frequenzumformern, die einen allmählichen Anlauf des Gurtbandförderers und einen Anlauf von zwei üblichen Gurtbandförderern ohne Frequenzumformer ermöglichen. Die Beschreibung geht nur aus den Messungen von elektrischen Kenngrößen aus.

Klíčová slova: pohon, pásový dopravník, rozběh, napětí, proud, výkon.

Keywords: drive unit, belt conveyor, run-up, voltage, current, power.

1 Úvod

V tomto příspěvku je popsáno měření elektrických parametrů pohonů pásového dopravníku, které bylo prováděno s použitím analyzátorů napájecích sítí ENA 500.22. Příspěvek se tedy nezabývá běžným měřením a zkouškami prováděnými u točivých strojů. V dalších kapitolách jsou popsány měřené pohony a výsledky měření elektrického proudu pohonu při rozběhu čtyř různých pásových dopravníků [1]. Podrobněji je komentován rozběh pásového dopravníku PD 201. V závěru jsou popsány různé možnosti řízení rozběhu pásového dopravníku a výhody použití frekvenčních měničů (FM).

2 Použitá přístrojová technika

K měření efektivních i okamžitých hodnot napájecích napětí a proudů, činného, zdánlivého a jalového výkonu jednotlivých fází i součtových hodnot výkonů byla použita špičková měřicí aparatura skládající se z analyzátoru ENA 500.22 a jeho příslušenství [2], která umožňuje měření ve dvou třífázových napájecích soustavách současně. Jako příslušenství jsou využívány klešťové proudové snímače MN 71 s rozsahem do 10 A, aktivní proudové smyčky (Rogovského smyčky) s rozsahem do 3 000 A a napěťový kabel s bezpečnostními banánky.

3 Stručný popis měřených pohonů

Měření bylo uskutečněno při rozběhu pásových dopravníků a výsledkem jsou grafy měření napájecího proudu u čtyř různých pásových dopravníků. U pásového dopravníku A je délka

734 m a dopravní pás je široký 1 800 mm. Poháněcí stanice dálkové pásové dopravy (DPD) má dva bubny, jsou použity tři frekvenčně řízené elektrické pohony. Dva pohony jsou použity na horním bubnu u přesypu, na spodním bubnu je použit pouze jeden pohon. Pohony jsou osazeny elektromotory o výkonu 500 kW, napájecí napětí je 3 x 690 V/50 Hz, jmenovitý proud 527 A, 990 otáček za minutu. K regulaci jsou použity FM o výkonu 630 kW.

U pásového dopravníku B je dopravní pás široký také 1 800 mm a délka pásového dopravníku činí 680 m. Poháněcí stanice má dva bubny, jsou použity dva frekvenčně řízené elektrické pohony. Pohony jsou osazeny elektromotory o výkonu 630 kW, napájecí napětí je 3 x 690 V/50 Hz, jmenovitý proud 641 A, $n = 1\,000$ otáček za minutu, použité FM mají výkon 710 kW.

Poháněcí stanice DPD pásového dopravníku C je osazena čtyřmi pohony bez frekvenčních měničů. Délka pásového dopravníku je 400 m, dopravní pás je také široký 1 800 mm. Pohony jsou osazeny elektromotory o výkonu 500 kW, napájecí napětí je 3 x 6 000 V/50 Hz, jmenovitý proud 57,6 A, 990 otáček za minutu. Napínací zařízení pracovalo při měření pohonů A až C v režimu deblok automatiky.

Pásový dopravník D pracuje na úpravě uhlí. Je poháněn asynchronním motorem o výkonu 15 kW, napájecí napětí je 3 x 400 V/50 Hz. Pohon není vybaven FM ani spouštěčem.

4 Měření rozběhu pásových dopravníků

Následující čtyři obrázky pocházejí z měřicích protokolů elektrických pohonů různých pásových dopravníků. První z nich (obrázek č. 1) ukazuje pozvolný nárůst proudu a poté tlumený přechodový děj plně naloženého pásového dopravníku A. Druhý znázorňuje rozběh pásového dopravníku B bez materiálu (obrázek č. 2). Oba dopravníky mají pohony s frekvenčními měniči. [3].

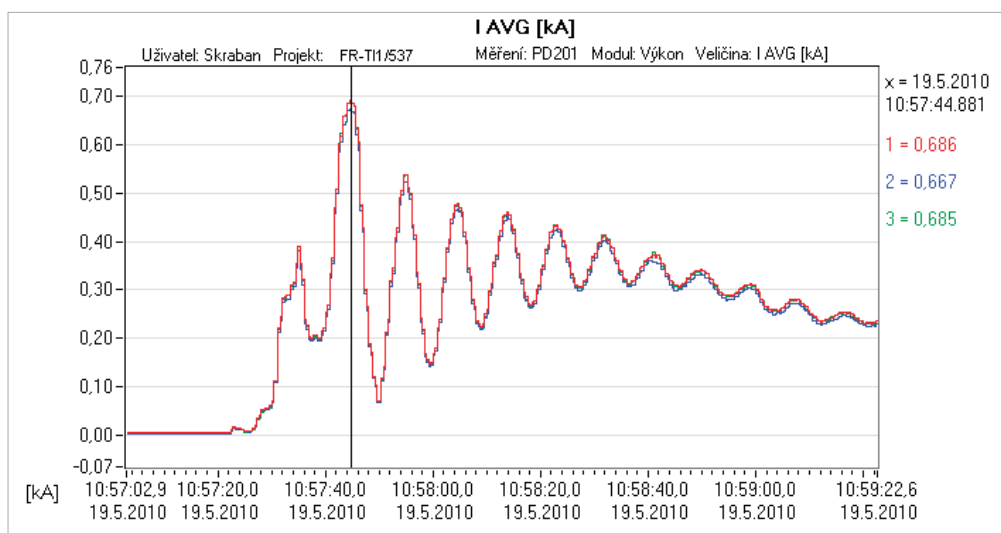
Podíváme-li se na konkrétní průběh elektrického proudu při rozběhu pásového dopravníku na poháněcí stanici PD 201 (použit pás s polyamidovou kostrou, který má vyšší průtažnost než pás s polyesterovou kostrou a mnohem vyšší průtažnost než pás s ocelolankovou kostrou), lze jej okomentovat asi takto:

- start pohonů, pohony začínají plynule vytvářet maximální tah, odpovídající maximálnímu momentu, jenž je úměrný max. proudu, který je měničem nastavitelný a měnič ho nepřekročí,
- plně naložený dopravní pás je za klidu „jakoby zamáčknut“ do válečkových stolic,

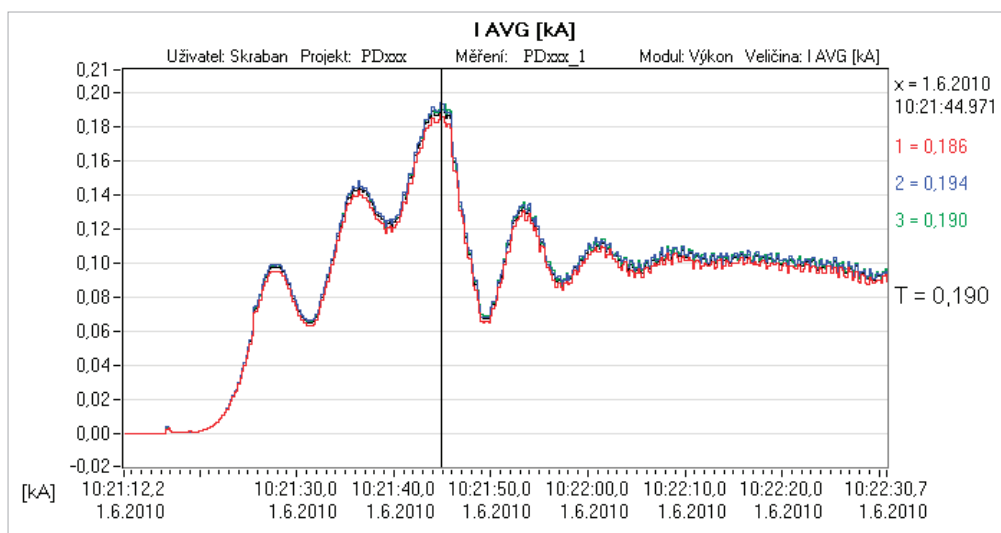
- plynulým tahem od pohonů se dopravní pás „utrhe“ z klidu,
- vlivem pružných vlastností dopravního pásu se pás nejprve napíná (prodlužuje), po „utrnutí“ se mírně zrychlí oproti plynule se rozjíždějícím pohonům, tento děj se opakuje s klesající amplitudou,
- přetížení poháněcích elektromotorů je minimální, úbytek napětí v napájecí síti je minimální, jinak řečeno absence rázů a minimalizace kmitů v mechanické části znamená, že ani v elektrické síti se neprojevují rázy ani velké kmity, což je bezesporu přínosem,
- rozjezd je ukončen.

Průběh rozběhu pásového dopravníku C (obrázek č. 3) se od předchozích dvou velmi odlišuje. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3, jde o pohon dopravníku s vn elektromotory bez frekvenčního řízení. Rozběh je velmi rychlý, maximální okamžitou hodnotu proudu dosahuje pohon již za cca 7 ms. Činný výkon a tedy i kroutící moment dosahuje maxima později, cca za 1 sekundu.

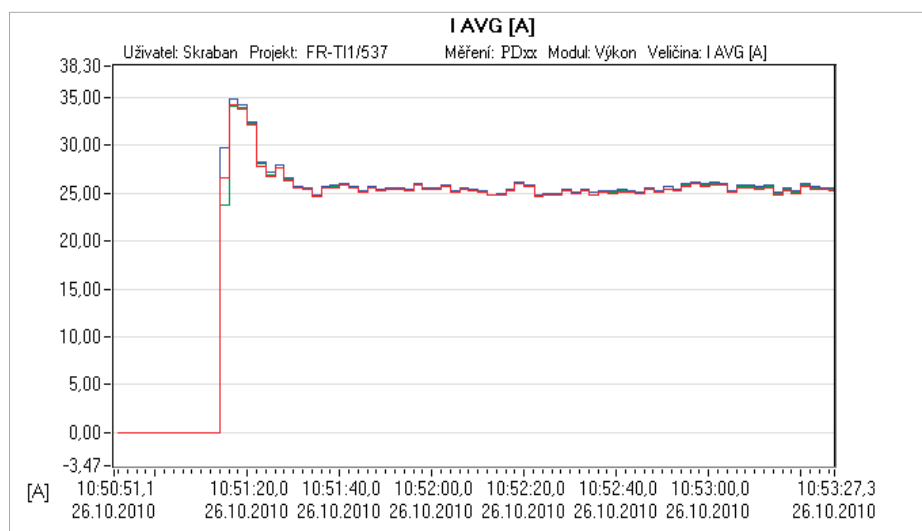
Pásový dopravník C je rozbíhán kvůli krátké době náběhu s vyšší hodnotou předepnutí pásu T_p , tzn. že nedochází k pro-



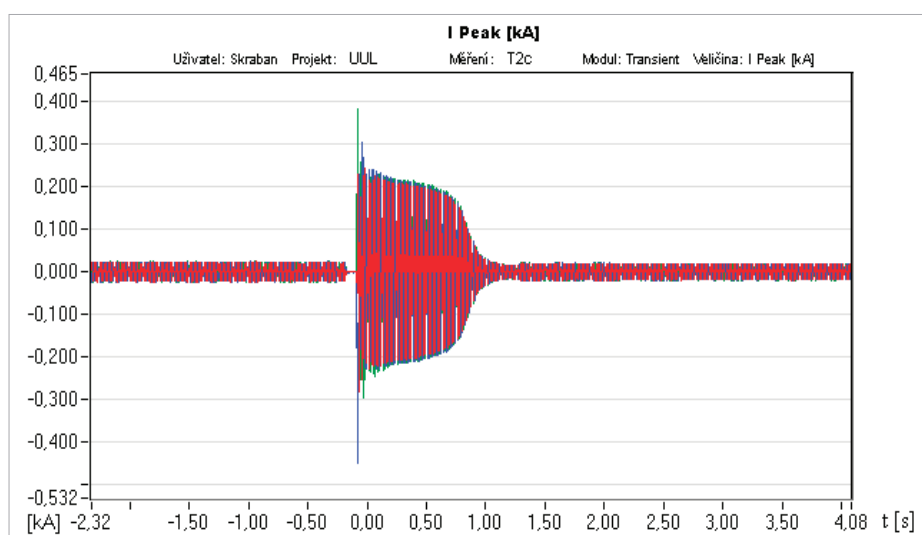
Obr. 1: Rozběh pásového dopravníku A.



Obr. 2: Rozběh pásového dopravníku B.



Obr. 3: Rozběh pásového dopravníku C.



Obr. 4: Rozběh pásového dopravníku D.

kluzu pásu ani ve fázi rozběhu dopravníku. Při rozběhu plně naloženého dopravníku může ovšem dojít ke krátkému prokluzu (kterému obvykle předchází několik mikroprokluzů) a následně i přetržení dopravního pásu.

Obrázek č. 4 ukazuje velké proudové (a tím i výkonové) přetížení asynchronního motoru o výkonu 15 kW při rozběhu [1]. Okamžitý proud je po dobu cca 0,7 sekundy desetinásobný proti jmenovitému. To je sice u těchto elektromotorů běžné, ale při roztažení časové osy je zřejmé, že maximální proud je dosažen již po pouhých 5 ms! Činný výkon má maximum za cca 1 s. Při reverzaci plně naloženého dopravníku (cca 600 tun) potom dochází k častému přetřívání dopravního pásu.

5 Závěr

V příspěvku bylo popsáno praktické využití analyzátoru napájecích sítí při měření elektrických veličin pohonu různých páso- vých dopravníků. Všechny grafy v tomto příspěvku se týkají průběhu proudu. To proto, že průběhy proudu při rozběhu páso- vého dopravníku velmi dobře odpovídají průběhům napájecí,

resp. nabíhající síly na hnacím bubnu příslušného dopravníku [4]. Řadu výstupních grafů dalších elektrických veličin nalezne pří- padný zájemce v dílčí zprávě z řešení projektu MPO FR-TI1/537 „Komplexní diagnostický systém pro pásovou dopravu“ [1].

Při rozjezdu dálkové pásové dopravy (DPD) jde o poměrně složitý mechanicko-elektrický jev. Předpokládáme obvyk- lou délku DPD, ta bývá až 1 000 m. Obtížnost rozjezdu samo- zřejmě roste se zatížením (naložením) dopravníku, tento stav je ale obvyklým provozním stavem, neboť za provozu plně naloženého dopravníku může dojít k jeho zastavení, napří- klad zapůsobením vybočení následného dopravníku, nebo celé řady obdobných provozních událostí. Pak tedy nastane stav, kdy budeme potřebovat rozjet plně naložený dopravník.

Rozběh dopravníku zabezpečuje soustava pohon, buben a tření mezi bubnem a pásem. Pohon je zpravidla tvořen elek- tromotorem a převodovou skříní. Elektromotor může být v provedení s kotvou kroužkovou, pak řízení rozběhu může být stupňovité, tvořené vyřazováním odporových stupňů. Existují elektrické systémy, které umožní plynulé vyřazování odporu, tedy rozběh bývá plynulý. Nebo může být elektromotor s kotvou

nakrátko, pak pro rozběh musí být použita nějaká plynule zabírající spojka, anebo se plynulosti dosáhne v elektrické části, a to znamená použití frekvenčního měniče. Z uvedených technických provedení lze označit použití FM u poháněcích stanic DPD za moderní, provozně odzkoušené v podmínkách povrchových lomů, a do budoucna perspektivní.

Vlastní rozběh plně naloženého dopravníku je obtížný a skrývá nebezpečí poškození jednotlivých komponentů dopravníku, od přetržení dopravníkového pásu, přes poškození převodových skříní, k poškození poháněcích bubnů. Tato nebezpečí stoupají, pokud rozběh dopravníku není pozvolný a plynulý.

Lze tedy zjednodušeně říci, že pro snížení nebezpečí poškození komponentů pásového dopravníku je potřebné minimalizovat prokluzu a používat pohony, které dokáží zajistit plynulý a pozvolný nárůst tažné síly. Lze pro tuto úlohu opět doporučit použití frekvenčních měničů, které lze nastavit na různou dobu rozběhu, na různá přetížení a pohon lze úpravou parametrů optimálně nastavit. V případě kratších pásových dopravníků lze pro zajištění pozvolného a plynulého rozběhu doporučit použití spouštěčů.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl při práci prvního z autorů na 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] ELCOM, a.s.: *Uživatelský manuál BK-Report. Analýza naměřených dat*, 7/2009, Ostrava.
- [3] NOVÁK, J.: *Frekvenčně řízené elektrické pohony a jejich elektromagnetická kompatibilita*. ELEKTRO 7/2005, s. 4 - 10, ISSN 1210-0889.
- [4] FRIES, J.: *Konstrukční řešení bubnů pásových dopravníků a jejich výpočet*. VŠB – TU Ostrava, Ostrava, 2003.