

Ing. Vladimír K r á l , VÚHU

Problematika rovnoměrného zatížení kroužkových motorů u poho-
nů DPD

1. Úvod

V současné době je v SHR v provozu přes 330 km pásových dopravníků /1/. Pro použité systémy dálkové pásové dopravy je charakteristická jejich různorodost, zejména:

- velká škála šířek pásma (1200 - 2250 mm),
- různé rychlosti pásma ($3,15 - 6,3 \text{ m.s}^{-1}$),
- rozdílné výkony poháněcích stanic ($2 \times 185 \text{ kW} - 5 \times 1000 \text{ kW}$),
- rozličné konstrukce a pevnostní charakteristiky dopravního pásma,
- několik druhů a generací řídících, ovládacích a informačních systémů,
- různé konstrukce strojních částí.

Z hodnotového hlediska představují pásové dopravníky 30 až 70 % pořizovací hodnoty technologických celků. Celkovou provozní nákladovost zatěžují vysokými objemy. V /1/ jsou proto pro příští období formulovány základní cíle zvýšení efektivnosti provozu DPD:

- snížení investiční náročnosti,
- zvýšení funkční a provozní spolehlivosti,
- snížení nákladovosti provozu,
- omezení imisí hluku DPD.

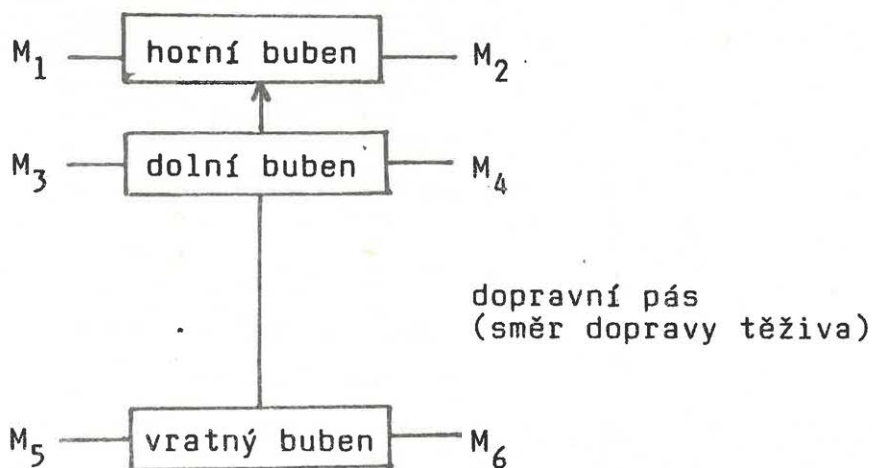
Na funkční a provozní spolehlivost i na snížení provozních nákladů má výrazný vliv rovněž vlastní elektromechanický měnič, jímž je zásadně skupina dvou až pěti indukčních motorů s příslušným počtem převodových skříní a jedním až třemi poháněcími bubny. Příkon instalovaných motorů dosahuje hodnoty 1 MW. Koncepce zapojení rotorových obvodů se na základě zkušeností s hydraulickými spojkami a indukčními a odporovými spouštěči v SHR ustálila na použití několikastupňových rotorových spouštěčů, jejichž sekce jsou kontaktně spínány při rozběhu v závislosti na čase a proudu statoru.

Pohon pásového dopravníku tak spočívá v paralelní spolupráci několika motorů s tvrdou derivační charakteristikou, pro níž je charakteristické problematické zajištění rovnoměrné zátěže na jednotlivé pohonné jednotky. V případě, že skupina motorů vyvozuje točivý moment do jednoho mechanického uzlu, jakým je například několikamotorový pohon kola (KU 800, K 10 000, K 2 000, SRs 1 500, SRs 2 000), lze rovnoměrné rozložení momentu na jednotlivé motory zajistit záměrným změkčením momentové charakteristiky tím, že poslední odporový stupeň rotorového obvodu není po rozběhu vykrácen. V tomto případě není zapotřebí příliš vysoká přesnost dodržení velikosti rotorového odporu trvale zapojeného u motorů.

U pohonu DPD, kromě rozdílných momentových charakteristik jednotlivých motorů, způsobených výrobními tolerancemi motoru, zejména pak velikostí vzduchové mezery mezi magnetickými obvody statoru a rotoru, jež jsou u tuzemských motorů obecně vyšší než např. u motorů renomovaných zahraničních firem, přichází v úvahu i rozdílné momenty zátěže jednotlivých poháněcích bubnů, způsobených jejich nestejnými průměry.

2. Paralelní spolupráce motorů u pohonu DPD

Struktura pohonu velkých pásových dopravníků je zřejmá z obr. 1.



Obr. 1 - Uspořádání pohonu PD

Podle místních podmínek, zejména délky sekce a převýšení trati, jsou v SHR osazeny nejméně dvěma a nejvíce pěti motory.

Dlouhodobé zkušenosti ukazují, že ve většině případů, zejména u tří- až pětimotořových poháněcích stanic, součet jmenovitých příkonů jednotlivých motorů značně převyšuje požadovaný výkon daného dopravníku.

Jako typický příklad bude dále použit pohon jednoho z největších pásových dopravníků v SHR - 3. odtah VMG ve s. p. Doly Bílina.

Tento technologický celek, na jehož dobývací straně jsou nasažena dvě kolesová rýpadla KU 800, sestává z 11 pásových dopravníků. Instalovaný výkon motorů pro pohony jednotlivých stanic, jakož i změřený skutečně potřebný výkon /2/, jsou patrné z tabulky 1.

Výkon pásových dopravníků 3. odtahu VMG

Tabulka 1

PD č.	instalovaný výkon (kW)	potřebný výkon (kW)
710	4 x 1000	2800 - 3100
711	4 x 1000	2100 - 2400
712	3 x 1000	1600 - 1800
713	3 x 1000	1500 - 1600
714	3 x 1000	1900 - 2100
750	4 x 1000	2300 - 2600
751	4 x 1000	2600 - 2800
752	5 x 1000	4500 - 4800
753	5 x 1000	4700 - 4900
754	5 x 1000	3800 - 4100
755	4 x 1000	3400 - 3700

Z uvedených hodnot je zřejmé, že víc než polovina páso-
vých dopravníků je předimenzována, takže by stačilo osazení
menším počtem motorů.

Zdánlivým paradoxem je skutečnost, že právě u tohoto cel-
ku docházelo neúměrně často k prostojům, zapříčiněným působením
nadproudových článků elektronických ochran ALOX M 200 /3/. Mě-
řením bylo prokázáno, že charakteristika tepelného modelu,
vytvořeného v ochraně ALOX, koresponduje s parametry aplikova-
ných motorů 1 Y G 710 Y-6 z MEZ Dráscv /4/. Pravou příčinou vý-
padků, jak bylo prokázáno řadou měření /4;5/, bylo přetížení
některých motorů, pro jejichž ochranu správně zapůsobili elekt-
ronické ochrany ALOX M 200.

3. Výsledky měření parametrů pohonů PD 3. odtahu VMG

V roce 1989 proběhla řada měření pohonů pásových dopravníků 3. odtahu, VMG. Dále jsou uvedeny výsledky měření pásových dopravníků:

PD 170, 752, 753 a 754.

3.1 Pásový dopravník č. 710

Pohon je osazen 4 motory typu 1 Y G 710 4-6 100 kW.

Horní buben: obvod $O_1 = 4\ 835\text{ mm}$, průměr $D_1 = 1539\text{ mm}$

Dolní buben: $O_2 = 4\ 825\text{ mm}$, $D_2 = 1536\text{ mm}$

Měření prokázalo /5/, viz obr. 2 nerovnoměrné zatížení mezi motory M 1 a M 2.

3.2 Pásový dopravník č. 752

Pohon je osazen 5 motory stejného typu jako u PD 710.

Horní buben: $O_1 = 4\ 835\text{ mm}$, $D_1 = 1539\text{ mm}$

Dolní buben: $O_2 = 4\ 835\text{ mm}$, $D_2 = 1539\text{ mm}$

Vratný buben: $O_3 = 4\ 670\text{ mm}$, $D_3 = 1486\text{ mm}$ (levá strana)

$O_3 = 4\ 820\text{ mm}$, $D_3 = 1534\text{ mm}$ (pravá strana)

Vratný buben byl nerovnoměrně opotřeben, proto jsou uvedeny hodnoty na levé a pravé straně.

Výsledky měření jsou patrné z obr. 3, z něhož vyplývá, že motor M 3 byl zatěžován přibližně jen na 55 % ve srovnání s ostatními čtyřmi motory.

3.3 Pásový dopravník č. 753

Pohon je osazen rovněž 5 motory opět typu uvedeného u PD 710.

Horní buben: $O_1 = 4\,835\text{ mm}$, $D_1 = 1539\text{ mm}$

Dolní buben: $O_2 = 4\,840\text{ mm}$, $D_2 = 1540,5\text{ mm}$

Vratný buben: $O_3 = 4\,825\text{ mm}$, $D_3 = 1536\text{ mm}$

Výsledky měření jsou patrné z obr. 4. Je zřejmé, že mezi motory M 1 a M 2 docházelo k protichůdnému kolísání příko-
nu.

3.4 Pásový dopravník č. 754

Pohon v době měření byl osazen 4 motory výše uvedeného ty-
pu.

Horní buben: $O_1 = 4\,835\text{ mm}$, $D_1 = 1539\text{ mm}$

Dolní buben: $O_2 = 4\,825\text{ mm}$, $D_2 = 1536\text{ mm}$

Výsledky měření dokumentuje obr. 5. Bylo zde zjištěno ne-
rovnoměrné zatížení mezi jednotkami M 3 a M 4, pohánějícími
dolní buben. Motor M 3 je zatěžován přibližně dvojnásobně
oproti motoru M 4.

4. Zjištěné příčiny nerovnoměrného zatížení motorů

Jmenovitý proud vn indukčních kroužkových motorů, apliko-
vaných u pohonů DPD dosahuje stovek A. U popisovaných PD 3.
odtahu VMG, kde jsou použity motory 1000 kW, je jmenovitý proud
přibližně 500 A.

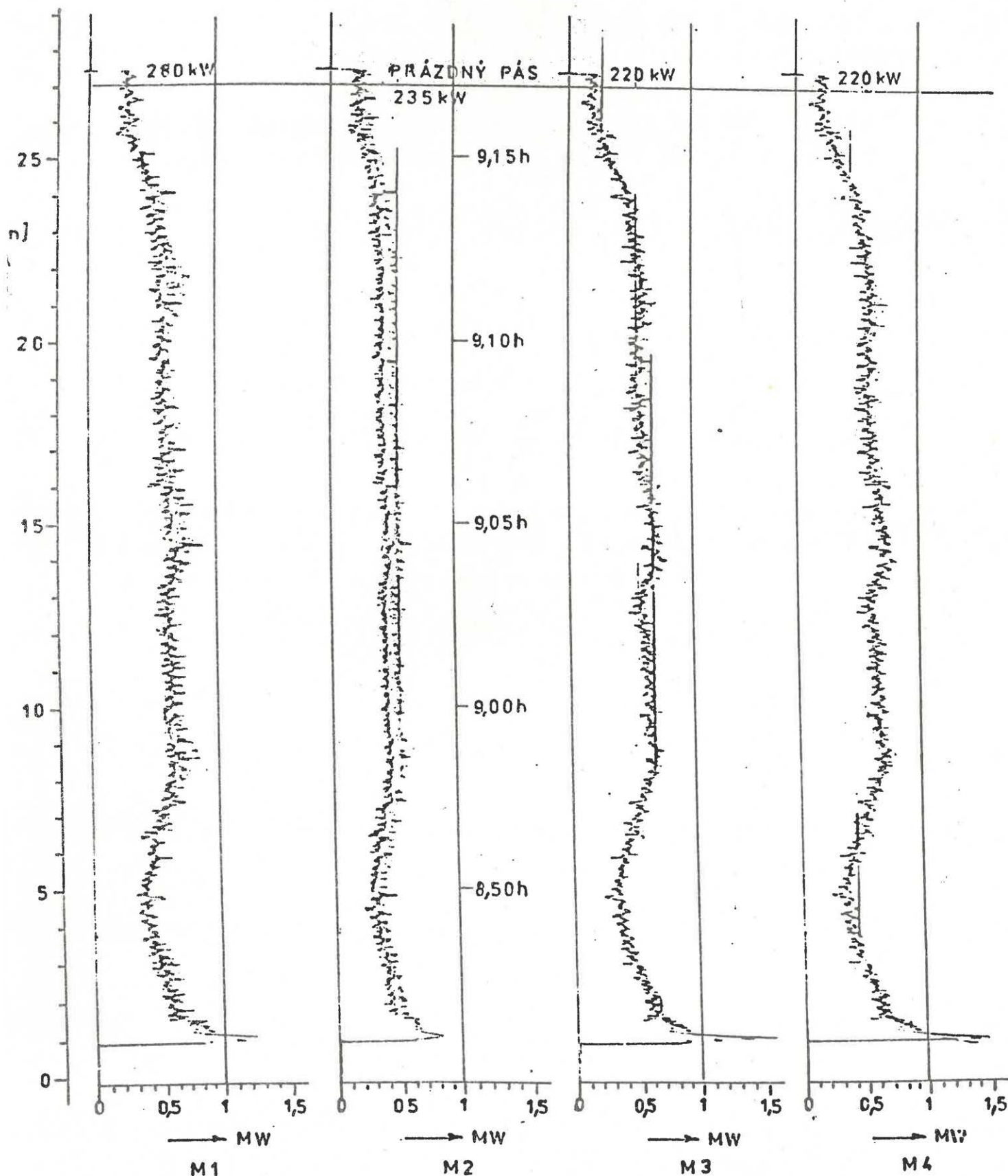
PD 710 - 3.TC-VMG

PŘÍKON MOTORŮ PŘI ROZBĚHU LOŽENÉHO PD

A PŘI USTÁLENÉM CHODU S PROMĚNLIVÝM MNOŽSTVÍM TĚŽIVA

 $R_S/M1/U13-2U$ $R_S/M2,M3,M4/U13-U$

MĚŘENO: 12.6.1989

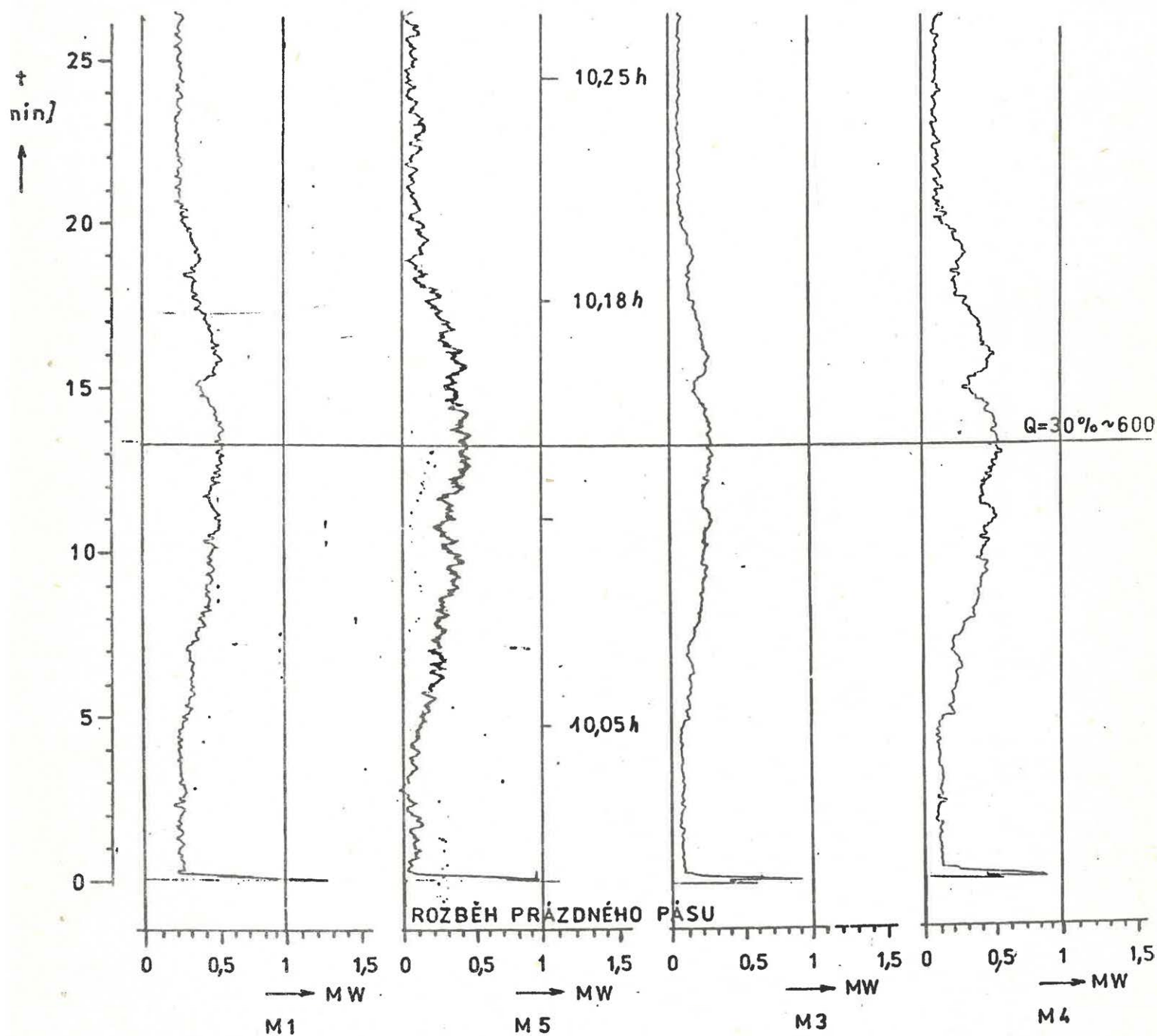


PD 752 - 3T.C - VMG

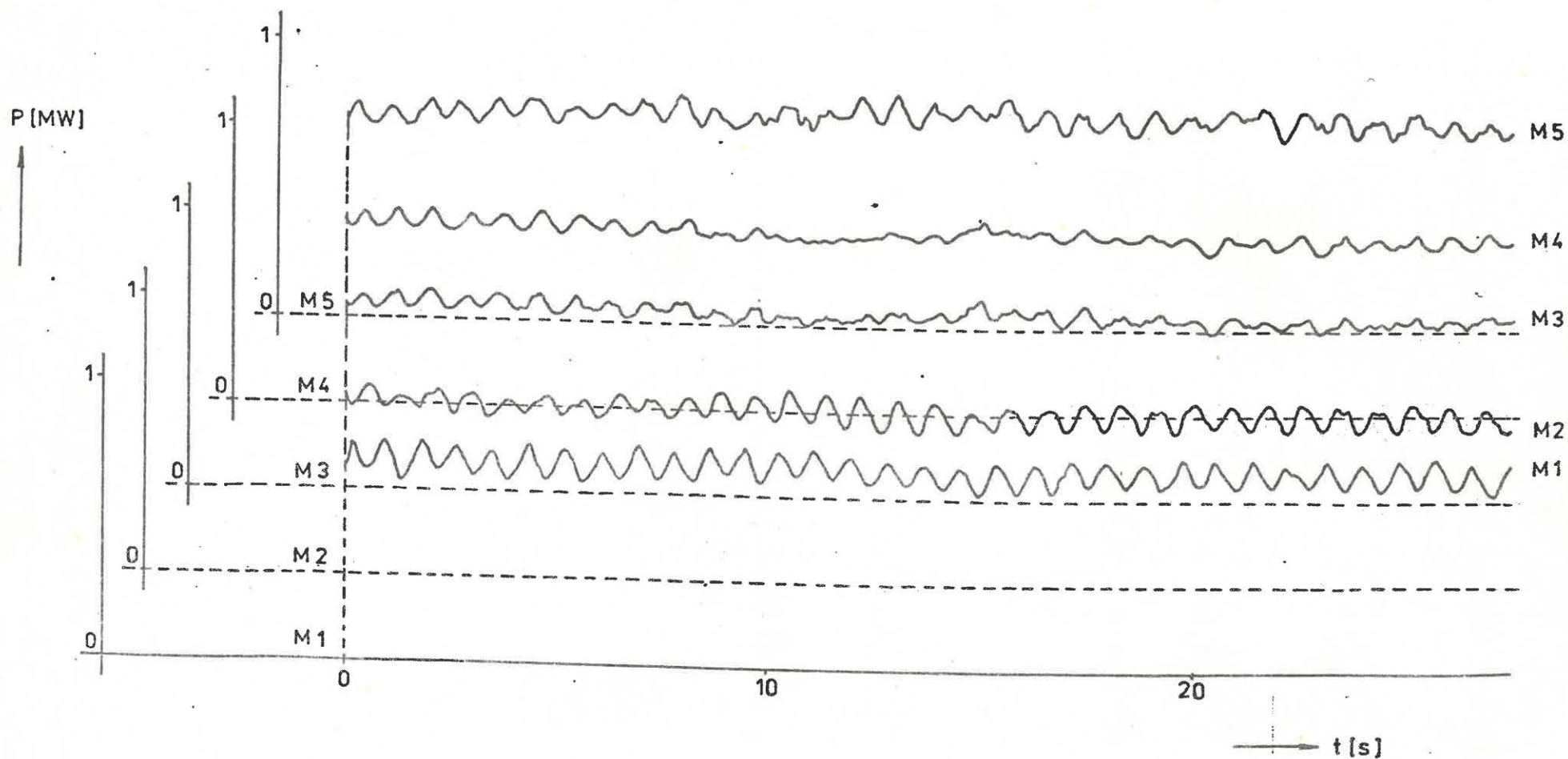
PŘÍKON POHONŮ PŘI ZATÍŽENÍ PD DO 30%

 $R_s/M3$ - PŮVODNÍ ZAPOJENÍ - 3u, 3v, 3w.

MĚŘENO: 24.3.1989

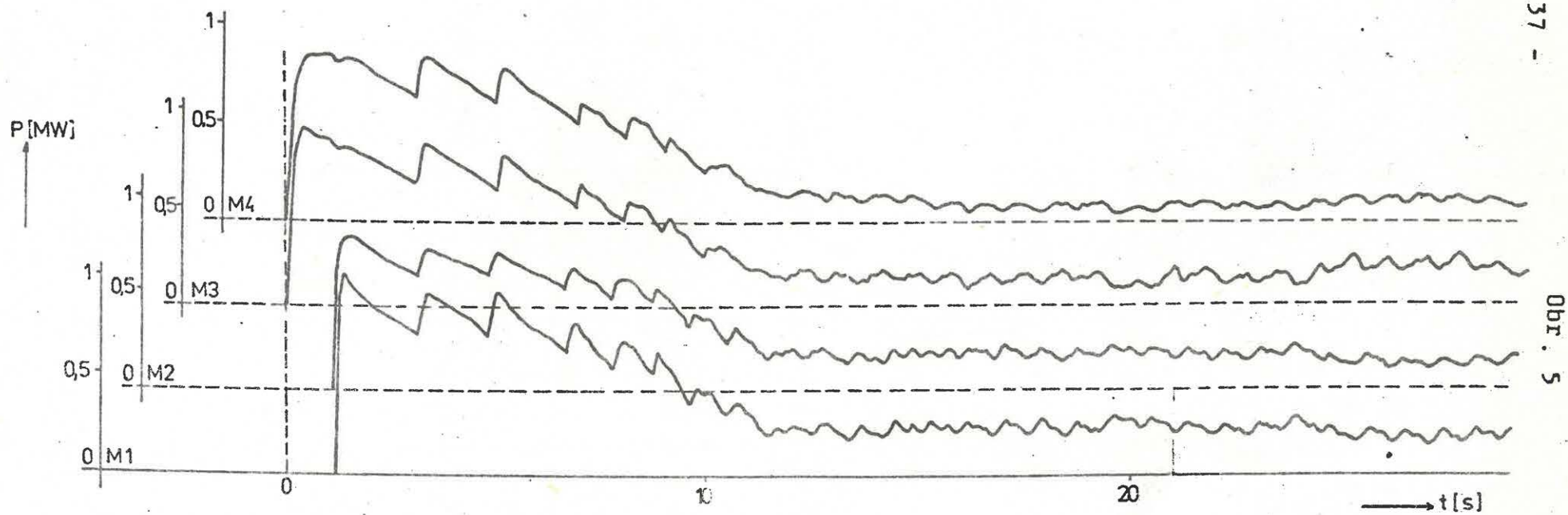


PRŮBĚHY PŘÍKONU HLAVNÍCH POHONŮ PŘI JMENOVITÉ RYCHLOSTI
LOŽENÉHO PD 753



PŘÍKONY MOTORŮ PD 754 PŘI ROZBĚHU PRAZDNÉHO PÁSU

Datum měření: 26. 9. 1989

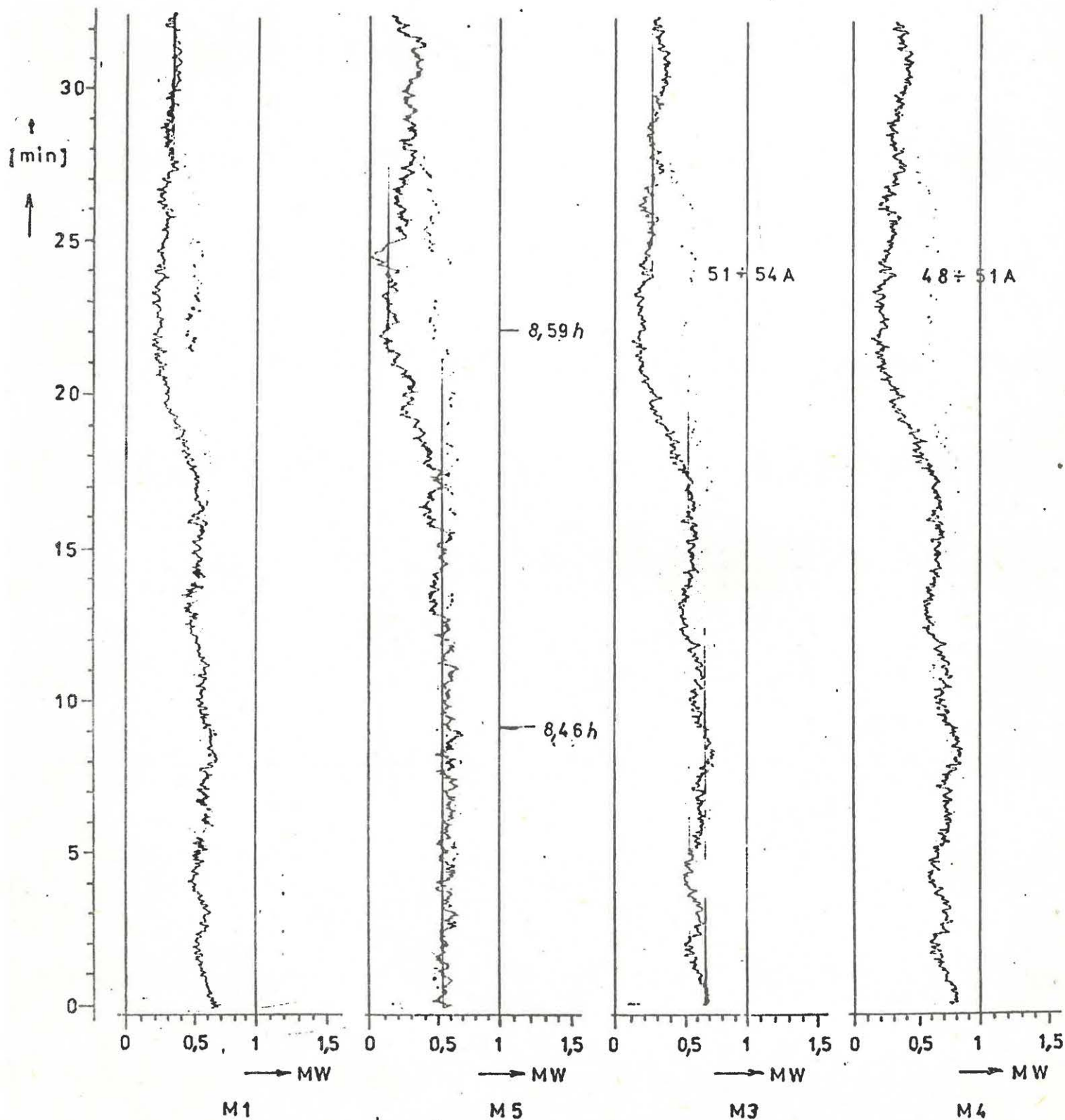


PD 752-3.TC-VMG

PŘÍKON POHONŮ PŘI ZATÍŽENÍ PD DO 50%

 $R_s / M3 / 2u, 2v, 2w + , u-u1, v-v1, w-w1$, konečné zapojení

MĚŘENO: 4.4.1989



Při takto vysokých proudech postačuje k odvedení potřebného motorového výkonu již velmi malý rotorový odpor - řádově jednotky až desítky miliohmů. Jako příklad jsou v tabulce 2 uvedeny původní hodnoty rotorových odporů u PD:

Původní hodnoty rotorových odporů PD 752

Tabulka 2

Pohonná jednotka	Jmenovitá hodnota skluzového odporní- ku
M ₁	3 x 0,01 Ohm
M ₂	3 x 0,01 Ohm
M ₃	3 x 0,02 Ohm
M ₄	3 x 0,005 Ohm
M ₅	3 x 0,0025 Ohm

Při takto malých hodnotách odporů se již nemalou měrou projevují odpory všech prvků rotorových obvodů, tj. přechod kroužků a kartáčů, sběrací ústrojí, přívodní vedení a zejména pak veškeré kontakty, zvláště u spouštěčů. Tyto skutečnosti potvrdily výsledky měření výše uvedených pásových odpravníků 3. odtahu VMG.

Nerovnoměrné zatížení motorů horního bubnu u PD 710 (motory M 1 a M 2) bylo zapříčiněno jednak rozpojením sekundárního obvodu měřicího transformátoru proudu u pohonu M 1 a zejména vadným šroubovým spojem v odporové skříni rotorového spouštěče SPAR 1 A 10. Po opravě spoje byly změřené příkony, bez změny hodnot původních rotorových odporů, u všech motorů stejné.

Příčinou výrazně menšího příkonu odebíraného motorem M 3 u PD 752 bylo nesprávné nastavení skluzového odporu tohoto mo-

toru na max. hodnotu, které bylo provedeno v době dočasného provozu poháněcí stanice bez motoru M 4 (pro poruchu převodovky u motoru M 4). Postupně byl skluzový odpor snížen až na hodnotu $3 \times 0,0075 \text{ Ohm}$. Až při této hodnotě skluzového odporu motoru M 3 bylo dosaženo rovnoměrného zatížení všech motorů, jak je patrné z obr.6.

U pásového dopravníku 753, kde docházelo ke kolísání příkonu mezi motory M 1 a M 2, poháněcími horní buben bylo zjištěno, že perioda kolísání příkonu odpovídá rychlosti otáčení horního bubnu. Následnou revizí spouštěčů SPAR a mechanických spojek RINGFEDER a jejich opravou byl nedostatek odstraněn.

Příčinou nerovnoměrného zatížení motorů M 3 a M 4 PD 754 bylo jednak nevhodné nastavení rotorových obvodů uvedených motorů a dále opět nedokonalé kontaktní spoje na spouštěči SPAR.

5. Závěr

Pohony pásových dopravníků jsou ve většině případů výrazně předimenzovány, jak demonstrativně vykazují výše komentovaná měření PD 3. odtahu VMG /2; 3/. Přitom v řadě případů jsou některé motory plně zatěžovány, nezřídka přetěžovány, zatímco ostatní motory jsou využívány podstatně méně /4; 5/.

Tyto zjištěné skutečnosti vedou:

- k prostojům technologických celků, způsobených správnou činností nadproudových ochran (u 3. odtahu VMG elektronických ochran ALOX) /2; 3/,
- ke zvýšeným investičním nákladům na zbytečně instalované motory,

- ke ztrátám elektrické energie vlivem provozu takového motoru /3/.

Tyto ztráty lze výrazně snížit dokonalým zabezpečením provozu pohonu DPD a rovnoměrným rozložením příkonů na aplikované motory.

Výše popsané provozní zkušenosti u pohonů PD 3. odtahu VMG, ale i pásových dopravníků TC 2 N, zejména PD 521, pohonu kolesového pásu rýpadla K 2000 /4/ a dalších pohonů DPD v SHR prokázaly, jak je otázka správného sladění provozu motorů DPD zanedbávána.

Proto se doporučuje /2; 3; 4; 5/ elektroúdržbě jednotlivých těžebních lokalit kontrolovat pravidelně stav pohonných jednotek, zejména příkon jednotlivých motorů anebo alespoň měřit statorové proudy jednotlivých motorů.

Podle zkušeností získaných ve VÚHU vede k nerovnoměrnému rozložení příkonů jednotlivých motorů často jen špatný stav kontaktních spojů spouštěčů SPAR a stav mechanických spojek RINGFEDER. Proto doporučujeme hlavním energetikům zajistit systematickou, nejlépe měsíční preventivní údržbu těchto zařízení.

Další informace, případně objednání konkrétního řešení výše uvedených problémů lze zajistit ve VÚHU, tel. 4126, nebo FAX (032) 297/3390.

Použitá literatura:

1. Romportl, J. a kol.:

Technická politika koncernu SHD.
Studie VP VJR, VÚHU Most, 1990.

2. Veverka, F.:

Technické problémy 3. odtahu
VMG 1. etapa.
Pracovní podklad VÚHU 116/89,
Most, 1989.