

Využití pulsních měničů pro pohony DPD

Nutzung von Pulsionsumformern für Antriebe der Bandförderung

Der Beitrag informiert über die Möglichkeiten der Lösung von Problemen beim Anlassen der Asynchronmotore mit Schleifringanker, die für Bandförderungsantriebe und deren optimale Leistungsstimmung genutzt werden.

Das Anlassen durch Pulsionsumformer löst das Problem mit dem Ersatz von Ölwandlern, die in Betrieb des nordböhmischen Braunkohlenreviers sehr häufig eingesetzt werden sowie die Probleme mit der Ölent Schlammung und -regeneration. Hinsichtlich auf die Tatsache, daß der Pulsionsumformer eine kontaktlose, elektronische Anlage ist, entfallen die Probleme mit Kraftkontakten, der sog. Schützensteuerwalzen.

Die Leistungsstimmung löst gleichzeitig das Problem mit Betrieb der Bandförderungsantriebe mit ungleichmäßig verschlissenen Antriebstrummeln. Hinsichtlich auf die relativ gleiche Leistungsverteilung auf einzelne Antriebstrummeln ist wesentlich die Gleitmöglichkeit einer der Antriebstrummel begrenzt. Dadurch erhöht sich die Lebensdauer der Gummiablagerung des Antriebstrummels und infolge dessen kommt zur Begrenzung der Stöße im Gummistreifen und zur Niedrigung der Möglichkeit seiner Zerreißung.

Nach der Lösung dieser zwei Probleme zeigt sich als optimal aus der technischen sowie wirtschaftlichen Sicht die Anwendung des Pulsionsumformers des Widerstandes, das in Ankerkreis des Asynchronmotors eingeschaltet ist.

Utilization of pulse convertors for long-distance belt transportation (DPD) drives

The article deals with possibilities of solution the problems of **releasing** the asynchronous electric motors with slip-ring armature used for DPD drives and their optimum **output tuning**.

Releasing by means of pulse convertor will solve the problem how to compensate the oil starters that are used in SHR operations in great quantity, problems with mud discharge and regeneration of oil. With regard to that the pulse convertor of resistance is the without-contact electronical equipment, there are not exists the problems with power contacts of so-called contact controllers.

The output tuning will solve the problem of DPD drive operating with unequal worn driving drums. With regard to relatively equal laying out of output to single driving drums it is considerably limited the possibility of creeping of some of driving drums. By that it comes to prolongation the lifetime of rubber lining of the driving drum and in the following way to limitation the impacts in rubber band and decreasing the possibility of its breaking.

For solution these two problems it appears as optimum from the technical and economical standpoint the using of pulse convertor of resistance integrated into the circuit of anchor of asynchronous electric motor.

Использование преобразователей помпажа для приводов магистрального конвейерного транспорта

Статья занимается возможностями решения проблем пуска асинхронных электродвигателей с контактными кольцами, применяемых для приводов магистрального конвейерного транспорта и их оптимальной настройкой мощности.

Пуск при помощи преобразователя помпажа решит как проблему возмещения масляных пускателей, которые в большом объеме используются на разрезах Северочешского бурогоугольного бассейна, так и проблемы связанные с отмучиванием и регенерацией масла. Ввиду того, что пульсаторный преобразователь сопротивления является бесконтактным электронным

устройством, не возникают проблемы с силовыми контактами так наз. контакторных контроллеров.

Настройка мощности способна решить проблему эксплуатации приводов магистрального конвейерного транспорта с неравномерно изношенными приводными барабанами. Ввиду относительно одинакового распространения мощности на отдельные приводные барабаны значительно ограничена возможность буксования некоторого из приводных барабанов. Таким образом получается продление срока службы резиновой обкладки приводного барабана, и следовательно, сокращение ударов в резиновой ленте и уменьшение возможностей разрыва ленты.

Для решения двух приведенных выше проблем является с технической и экономической точек зрения применение преобразователя помпажа включенного в цепь кольца асинхронного двигателя оптимальным.

Využití pulsních měničů pro pohony DPD

Úvod

Problematika ladění pohonů dopravníku provozovaného s rozdílně opotřebovanými poháněcími bubny patří mezi dosud neuspokojivě vyřešené problémy dálkové pásové dopravy.

Otázka opotřebení poháněcích bubnů byla doposud zkoumána z hlediska tloušťky obložení, tvaru dezénu, kvality pryže, koeficientu tření, měrného tlaku, rychlosti atd.

Poněkud opomíjeným problémem je rozbor vlivu nerovnoměrného rozdělení výkonů pohonů vícebubnového dopravníku, vyplývající z fyzikální podstaty spojení pohonů pružným dopravním pásem a jeho kvantifikace na opotřebení obložení poháněcích bubnů.

Článek navazuje na odborné práce v tomto oboru a předkládá nové náměty na řešení této velmi obtížné problematiky. Navrhované řešení ladění pohonů pomocí pulsního měniče odporu zařazeného do obvodu rotoru asynchronního elektromotoru lze provozovat u dopravníků pracujících s napínáním v režimu "automatika" i v režimu "deblok automatiky".

Druhým problémem, který lze opět elegantně vyřešit použitím pulsního měniče, je spouštění asynchronních elektromotorů velkých výkonů, jež jsou využívány právě jako pohony DPD, ale i v jiných aplikacích používaných v technologiích SHR.

Článek pojednává o možnostech řešení problémů **spouštění** asynchronních elektromotorů s kroužkovou kotvou používaných pro pohony DPD a jejich **optimální výkonové naladění**.

Spouštění pomocí pulsního měniče vyřeší problém jak nahradit olejové spouštěče, které se v provozech SHR využívají ve velkém množství, problémy s odkalováním a regenerací oleje. Vzhledem k tomu, že pulsní měnič odporu je bezkontaktní elektronické zařízení, odpadají problémy se silovými kontakty tzv. stykačových kontrolérů.

Výkonové naladění vyřeší problém provozování pohonů DPD s nestejně opotřebovanými poháněcími bubny. Vzhledem k relativně stejnému rozložení výkonu na jednotlivé poháněcí bubny je značně omezena možnost prokluzu některého z poháněcích bubnů. Tím dochází k prodloužení životnosti pryžového obložení poháněcího bubnu a následně k omezení rázů v gumovém pásmu a zmenšení možnosti jeho přetržení.

Pro vyřešení těchto dvou problémů se jako optimální z hlediska technického i ekonomického jeví použití pulsního měniče odporu zařazeného do obvodu kotvy asynchronního elektromotoru.

Článek naznačuje možnosti řešení obou uvedených problematik na našem trhu dostupným zařízením, které je schopno nahradit funkci olejového spouštěče a vyřešit problematiku ladění pohonů s nestejně opotřebovanými poháněcími bubny a může rovněž sloužit jako podkladový materiál pro výběr způsobu řešení, které bude splňovat technické i ekonomické požadavky.

Analýza současného stavu

1. Ladění vícebubnových pohonů DPD

Stávající pásové dopravníky mají dvoububnové poháněcí stanice s možností instalovat maximálně čtyři pohonné jednotky. V případě použití poháněné vratné stanice lze teoreticky instalovat další dvě pohonné jednotky. Dopravní pásy jsou převážně kvality P2000; PA700; 4 vl.; 8+4. Z ocelolankových dopravních pásů se používán sortiment zúžil na St2500 a St3150. Tahová tuhost uvedeného polyamidového dopravního pásu je $1,0 \cdot 10^7$ až $2,0 \cdot 10^7 \text{ Nm}^{-1}$, ocelolankového dopravního pásu kvality St2500 je $1,06 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-1}$ a St3150 je $1,25 \cdot 10^8 \text{ Nm}^{-1}$. Poháněcí bubny jsou dodávány s tolerancí $\pm 1 \div 4 \text{ mm}$ na průměru. Asynchronní elektromotory s kroužkovou kotvou mají výrobní toleranci jmenovitého skluzu $\pm 20 \%$ u stejného typu. Tyto výrobní tolerance jsou neodstranitelné a při projektování pásového dopravníku je nutno tento stav respektovat.

Při provozu vícepohonového dopravníku dochází ke značné nerovnoměrnosti v rozdělení zatížení na jednotlivé pohony a to jak mezi jednotlivými poháněcími bubny, tak i mezi dvěma elektromotory poháněcích jednotek osazených na jednom poháněcím bubnu. Rozdíl v zatížení jednotlivých pohonů lze v zásadě upravit dvěma způsoby :

- ♦ úpravou průměrů poháněcích bubnů
- ♦ úpravou charakteristik jednotlivých pohonů, řízením skluzu, tzn. řízením rychlosti otáčení jednotlivých elektromotorů.

Ladit zatížení jednotlivých pohonů pomocí změny průměru poháněcího bubnu je možné pouze u nového dopravníku výměnou poháněcího bubnu. Při provozu pásového dopravníku však dochází vlivem prokluzů k nerovnoměrnému opotřebování pryžového obložení poháněcích bubnů, a tím k jejich nestejné změně průměru. To má za následek předčasné opotřebování pryžového obložení jednoho z poháněcích bubnů a nutnost jeho výměny. Vzhledem ke značné ceně poháněcího bubnu je druhý buben s méně opotřebovaným pryžovým obložением ponechán v provozu, ovšem jeho průměr je nyní značně odlišný od vyměněného bubnu. Tím dochází opět k nerovnoměrnému rozložení zatížení na jednotlivé pohony, k dalším prokluzům a ke zvětšování rozdílu průměrů obou poháněcích bubnů. Z těchto důvodů je ladění zatížení pohonů pomocí změny průměru bubnů značně komplikované a problém v podstatě neřeší. V současné době, kdy výkonová polovodičová technika je již na poměrně vysoké úrovni, se nabízí elegantnější řešení - změna skluzu asynchronních elektromotorů.

Vzhledem k tomu, že v současné době jsou pohony dopravníků DPD osazeny elektromotory s kotvou kroužkovou, lze zařazením určitého odporu do obvodu rotoru změnit sklon momentové charakteristiky elektromotoru. V současné době je tento způsob ladění vícebubnových pohonů nejpoužívanější. Jeho nevýhodou je ta skutečnost, že daná hodnota odporů je pevně nastavena a během provozu ji nelze měnit. Z výše uvedených příčin dochází při provozu pásového dopravníku ke změně průměrů poháněcích bubnů, dále dochází k výměnám elektromotorů, které mohou mít značně

odlišnou charakteristiku a všechny tyto příčiny mají za následek nárůst rozdílu v zatížení jednotlivých pohonů do té míry, že dochází k trvalému přetěžování některého z elektromotorů s jeho následným poškozením.

Uvedené nedostatky odstraňuje pulsní měnič odporu zařazený do obvodu rotoru asynchronního elektromotoru (viz silové schéma uvedené v příloze 1). Pohon vybavený pulsním měničem odporu připojeným do obvodu rotoru asynchronního elektromotoru umožňuje tím, že je schopen plynulé změny skluzu, provozovat vícepohonný dopravník s nesterpně opotřebovanými poháněcími bubny, s relativně rovnoměrně rozloženými výkony na jednotlivé pohony, tzn. že umožňuje provozovat poháněcí bubny po celou dobu životnosti pryžového obložení. Dále takový pohon umožňuje racionálně dimenzovat elektromotory pásového dopravníku, jelikož stávající pohony pásových dopravníků eliminují nerovnoměrnosti v rozdělení zatížení vlastní rezervou ve výkonu, tzn. výkonovým předdimenzováním asynchronních elektromotorů. Řešit problém nerovnoměrného rozdělení výkonů na jednotlivé pohony pásového dopravníku cestou předdimenzování elektromotorů je v dnešní době neustálého zvyšování cen elektrické energie jistě neekonomické, zvláště pak, je-li polovodičová technika již dnes na takové úrovni, že s její pomocí lze tento problém vyřešit jednoduše a levně. Při řešení tohoto problému se uvažovalo i s použitím složitějších polovodičových systémů jako je např. frekvenční měnič nebo podsynchronní polovodičová kaskáda. Tyto systémy jsou však nesrovnatelně dražší. Proto bylo navrženo použít pulsní měnič odporu.

2. Spouštění pohonů DPD

V současné době je v akciových společnostech Severočeského hnědouhelného revíru provozováno velké množství pohonů, jež jsou rozbíhány pomocí olejových spouštěčů. Tyto pohony jsou tvořeny převážně elektromotory firmy MEZ Drásov a olejovými spouštěči firmy SEZ Krompachy. Veškerá zařízení jsou umístěna venku přímo na poháněcích stanicích DPD. Každý spouštěč obsahuje kolem tisíce litrů oleje. Předmětem příspěvku není detailně rozebírat problémy s jeho odkalováním a regenerací. Nezanedbatelná bude zřejmě rovněž cena oleje. Olejové spouštěče nevyhovují jak současným ekologickým požadavkům, tak normě ČSN 34 1410 a vyhlášce ČBÚ č. 22/89, které nepovolují používání olejů v dolech pod zemí. Je pravděpodobné, že v budoucnu dojde k omezení používání olejů také na povrchových dolech.

Z tohoto důvodu se nabízí využít pro rozběh těchto elektromotorů o výkonech 250 kW až 1000 kW, jež jsou napájeny ze sítě 6000 V, pulsní měnič odporu.

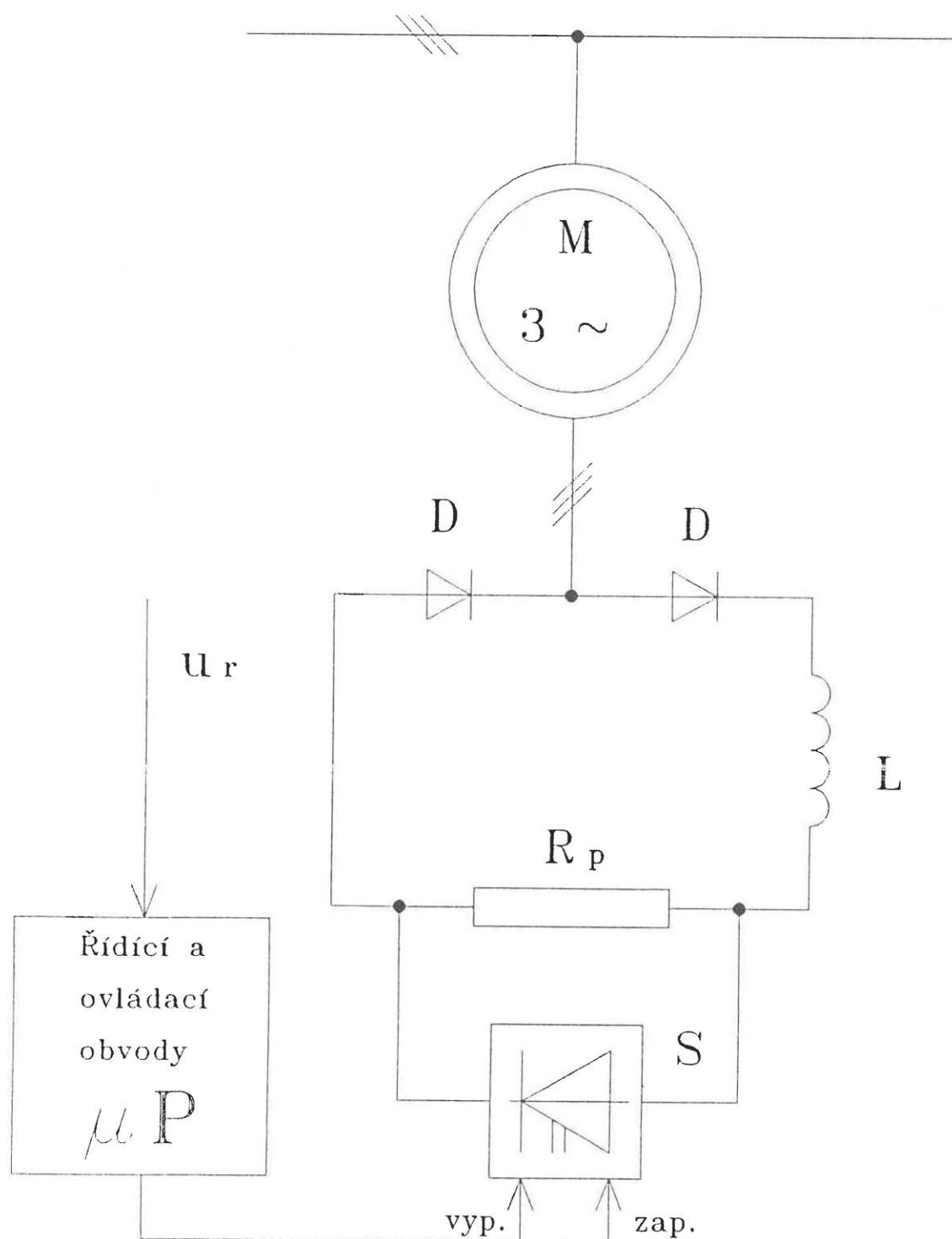
3. Pulsní měnič odporu

Klasické řízení odporu je vždy kontaktní a ve výkonových obvodech zpravidla stupňovité. Provádí se vykracováním částí odporu např. stykačovým kontrolérem. I prostřednictvím moderních elektronických, avšak kontaktních regulátorů, je klasický řízený odpor ovladatelný jen velmi těžkopádně. Pulsní měnič odporu je bezkontaktní, plynule řiditelný a snadno ovladatelný elektronický regulátor.

Schéma pulsního měniče odporu (varianta bez kondenzátoru) je uvedeno v příloze 1, varianta s kondenzátorem pak v příloze 2. Obě varianty umožňují řízením doby sepnutí nebo vypnutí spínače S měnit tzv. ekvivalentní odpor obvodu. Varianta s kondenzátorem je nákladnější (cena kondenzátoru), avšak umožňuje větší rozsah řízení

Pulsní měnič odporu pro řízení skluzu AM

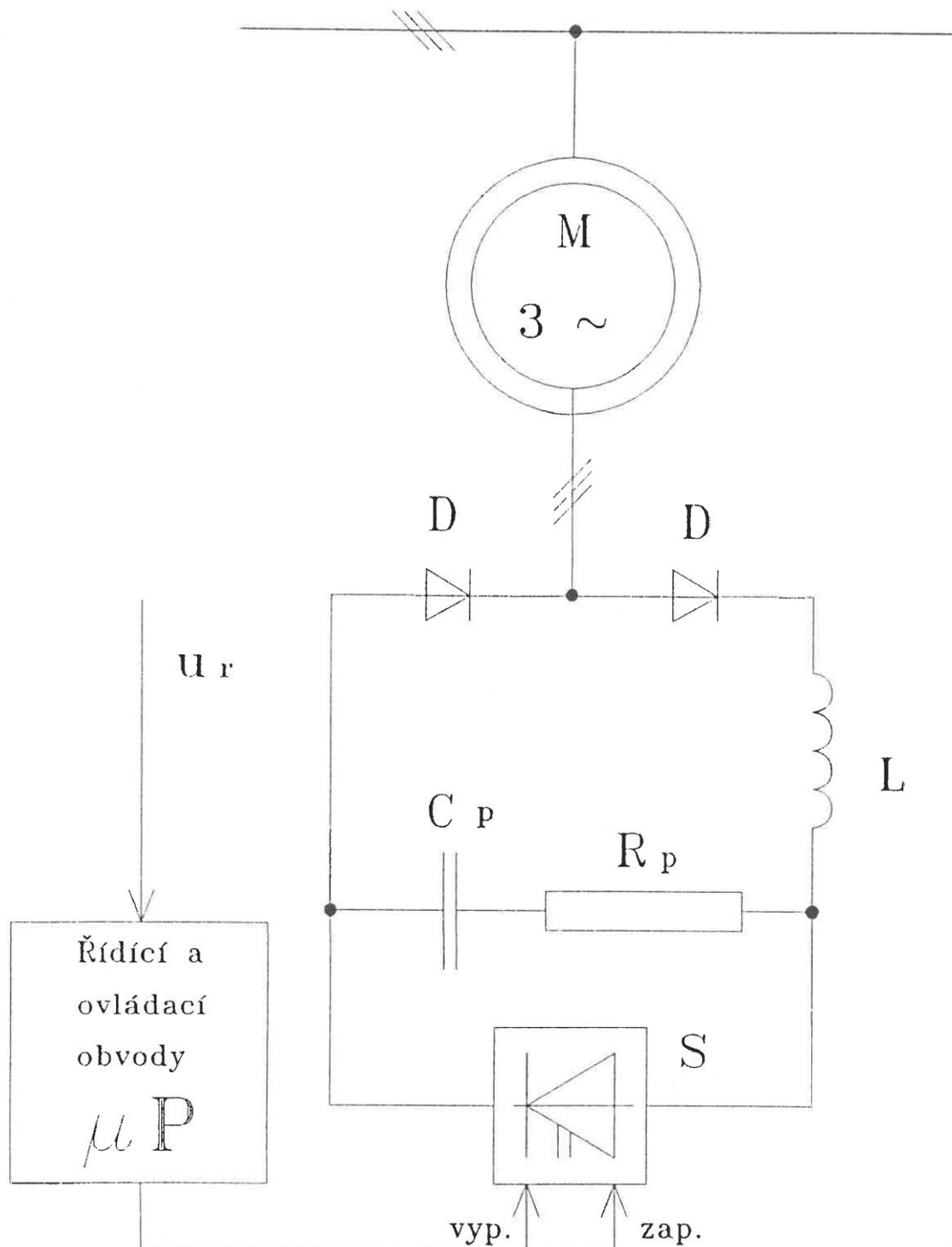
varianta bez kondenzátoru



Příloha 1 Silové schéma pulsního měniče odporu - varianta bez kondenzátoru

Pulsní měnič odporu pro řízení skluzu AM

varianta s kondenzátorem



Příloha 2 Silové schéma pulsního měniče odporu - varianta s kondenzátorem

odporu. Nezbytnou součástí obou variant je tlumivka, která omezuje strmost nárůstu a poklesu proudu při spínání tyristoru, tzn. vyhlazuje proud rotorového obvodu.

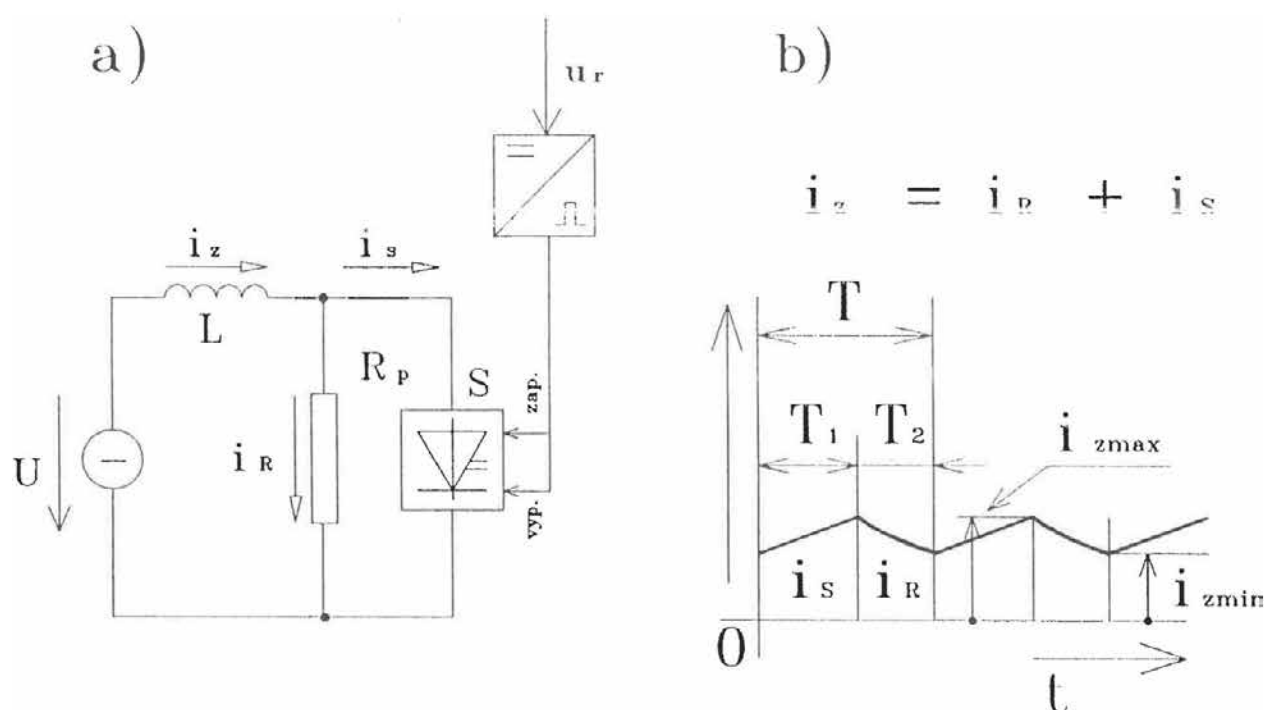
Popis pulsního měniče z přílohy 1 :

Asynchronní kroužkový elektromotor je svým rotorovým vinutím připojen na obvod sestávající z neřízeného diodového usměrňovače rotorového proudu NDU , vyhlazovací tlumivky L a pevného odporníku R_p , k němuž je paralelně připojen tyristorový spínač S , který je řízen na základě vyhodnocení velikosti statorových proudů v komparátoru KOMP (viz příloha 3). Místo klasického řízení skluzu indukčního elektromotoru odporem ve všech třech rotorových fázích je zde rotorové napětí usměrněno a řízení se provádí pulsním řízením odporu stejnosměrné části rotorového obvodu.

Princip varianty pulsního měniče odporu bez kondenzátoru

Při sepnutém tyristorovém spínači S , což představuje interval T_1 na obr. 1 b, se proud obvodu i_z uzavírá mimo R_p a stoupá se strmostí U/L . Při vypnutí S (interval T_2) se i_z uzavírá přes R_p a exponenciálně klesá k hodnotě U/R_p . V ustáleném stavu prochází obvodem střední hodnota proudu I_z , která odpovídá již zmíněné ekvivalentní hodnotě R_e odporu obvodu.

Lze usoudit, že R_e bude tím větší, čím větší bude poměr T_2/T na obr. 1 b. Zjednodušeně lze říci, že při $T_2 = T$ (T je doba jedné periody ustáleného stavu) je $R_e = R_p$ a při $T_2 = 0$ je $R_p = 0$ a regulační rozsah pulsního měniče bez kondenzátoru je od 0 do hodnoty pevného odporníku R_p .



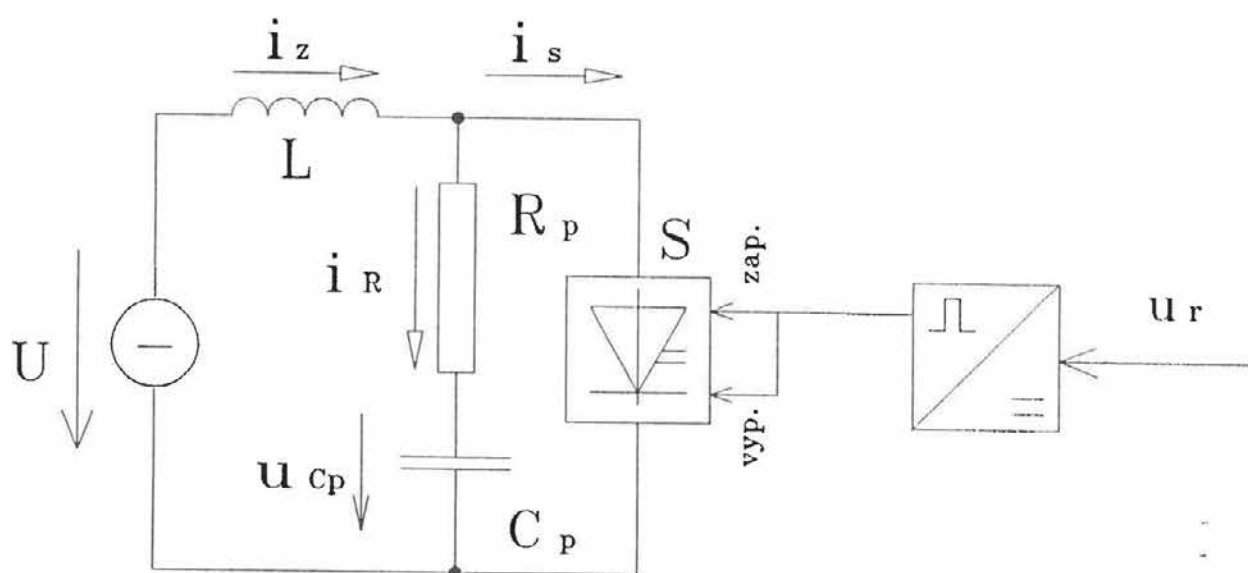
Obr. 1 Pulsní měnič odporu – varianta bez kondenzátoru

a) schéma

b) průběhy proudů

Princip varianty pulsního měniče odporu s kondenzátorem

Zjednodušeně lze popsat funkci pulsního měniče odporu s kondenzátorem takto: Je-li S na obr. 2 trvale sepnut, uzavírá se proud i_z právě přes tento spínač a ekvivalentní odpor obvodu R_e je tedy nulový. Je-li S trvale vypnut, uzavírá se proud i_z větví s odporem R_p a kondenzátorem C_p . Kondenzátor C_p se nabije na napětí U a obvodem přestane procházet proud. V tomto okamžiku se hodnota ekvivalentního odporu obvodu blíží nekonečnu. Při spínání s proměnným kmitočtem se pak hodnota R_e pohybuje mezi oběma uvedenými krajními hodnotami. Toto platí pouze za předpokladu, že $L \rightarrow \infty$ a $C_p \rightarrow \infty$. U reálných obvodů platí tyto předpoklady pouze přibližně, proto také regulační rozsah, který teoreticky vychází $0 \leq R_e \leq \infty$ je u reálných obvodů menší.



Obr. 2 Pulsní měnič odporu – varianta s kondenzátorem

Pro řešení problému, popsaného v úvodu, však postačí mnohem menší rozsah regulace než umožňují obě varianty pulsních měničů. Proto doporučujeme pro ladění pohonů pásových dopravníků použít pulsní měnič odporu bez kondenzátoru. Toto řešení je levnější a regulační rozsah je postačující.

Pro konkrétní dodávku některé z domácích, či zahraničních firem, jež se výrobou silové polovodičové techniky zabývají, existují dvě možnosti :

1. Dodávka jednotlivých komponentů, na které firma samozřejmě poskytuje záruku jako na kterýkoli jiný výrobek s tím, že sestavení, oživení a uvedení do provozu provede některá z našich firem. Záruku na zařízení jako celek potom přebírá firma, která jej smontovala a uvedla do provozu. Domníváme se, že toto řešení by sice bylo levnější, vznikaly by však určité problémy se servisem, náhradními díly ap.

2. Vývoj pulsního měniče odporu přímo pro konkrétní nasazení na jednotlivé typy poháněcích stanic a dodávka tzv. na klíč, vše od jediné firmy. Toto řešení je samozřejmě výhodnější z důvodů uvedených v předchozím bodě, avšak cena takového výrobku je poněkud větší.

Podrobně je o této problematice pojednáno v [1] a [2], kde jsou uvedeny konkrétní podmínky a možné dodávky pulsního měniče odporu od jednotlivých firem.

4. Pulsní měniče odporu od různých firem

Výrobou pulsního měniče odporu jako finálního výrobku, tak jak je uveden v příloze 1 a 2, se žádná z domácích ani zahraničních firem nezabývá. Jelikož se jedná o relativně jednoduché zařízení, jsou prakticky všechny firmy schopny jej vyrobit z jednotlivých komponentů, které každá z těchto firem montuje a používá do svých finálních výrobků, jimiž jsou např. frekvenční měniče, polovodičové kaskády, usměrňovače, jednotlivé tyriobloky, tlumivky, kondenzátory a samozřejmě řídicí logika a software. Pro výrobu pulsního měniče odporu, uvedeného v příloze 1, jsou zapotřebí tyto jednotlivé komponenty:

1. Neřízený diodový šestipulsní **usměrňovač** v můstkovém zapojení (viz. příloha 4), kde je uvedeno jak silové schéma a), tak průběh usměrněného napětí b).
2. **Tlumivka** sloužící k vyhlazení usměrněného proudu a omezující strmost nárůstu a poklesu tohoto proudu.
3. **Odporník**, jehož hodnota se pomocí tyristorového spínače zařazuje do rotorového obvodu a tím mění skluz asynchronního elektromotoru. Tyto odporníky jsou již dnes součástí pohonů a jsou využívány k rozběhům asynchronních elektromotorů.
4. **Tyristorový spínač** buď jako vypínatelný tyristor GTO nebo klasický výkonový tyristor vybavený komutačním obvodem pro jeho vypnutí. V současné době by tento spínač byl jistě vyroben na bázi IGBT tranzistorů.
5. **Řídicí logika** vytvářející impulsy pro zapínání a vypínání tyristorového (tranzistorového) spínače.

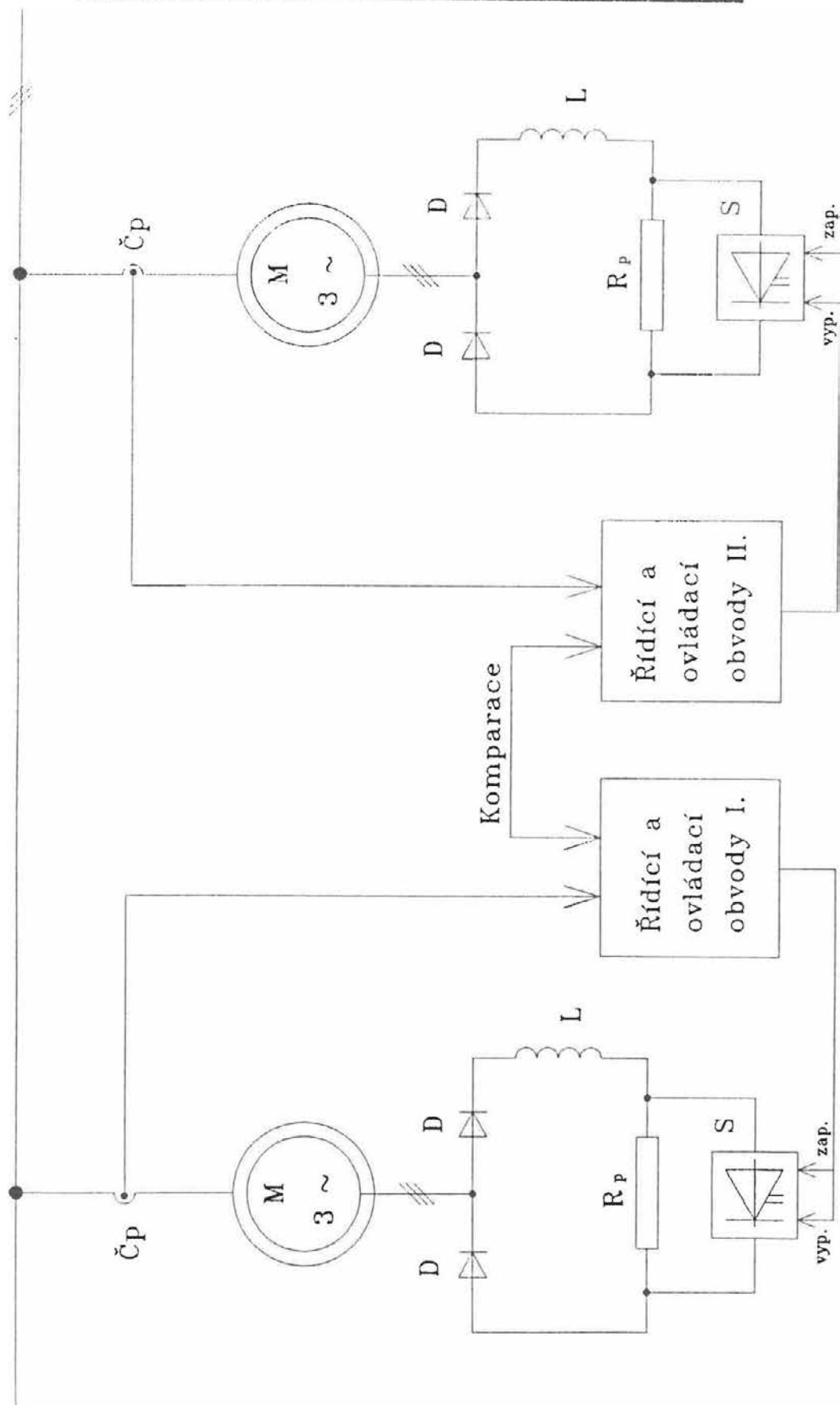
Jak bylo výše uvedeno, vyrábějí tyto komponenty všechny firmy, jejichž možné dodávky jsou podrobně uvedeny např. v [1] a [2]. Jsou zde rovněž uvedeny možné termíny dodávek, ceny, servis dodaného zařízení, záruky atd.

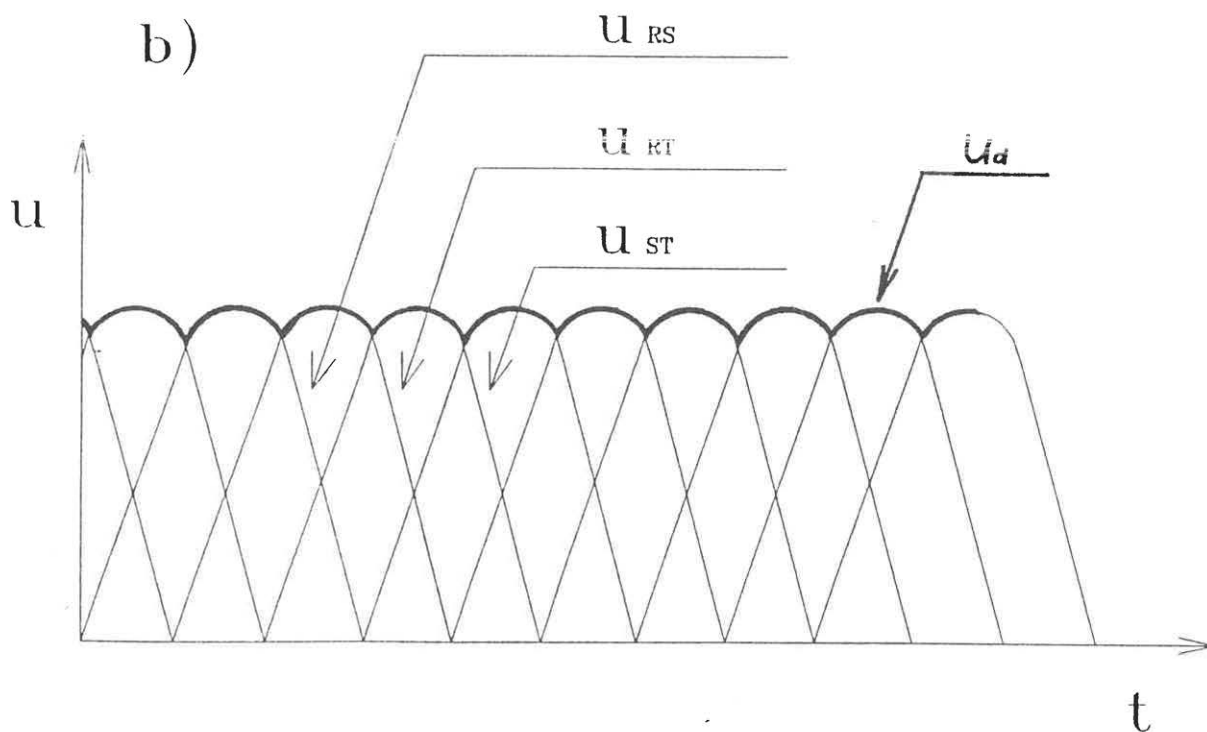
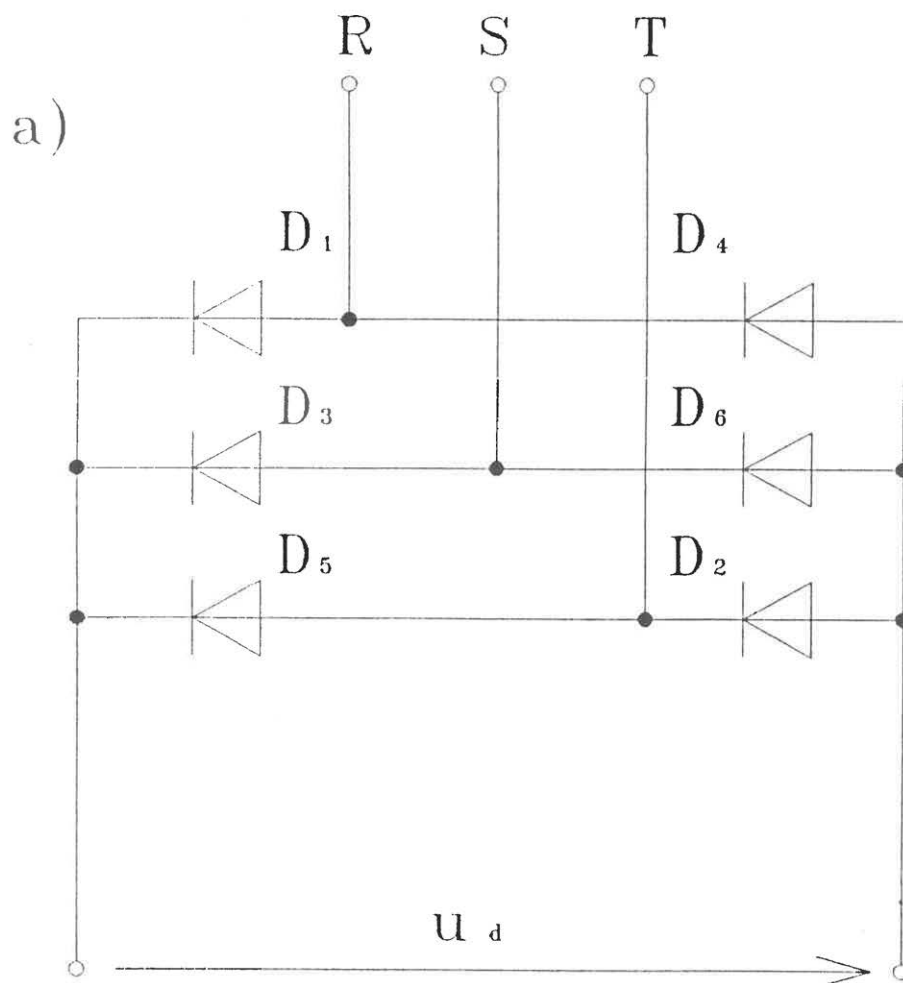
Technické řešení pulsního měniče odporu pro řízení skluzu kroužkového asynchronního elektromotoru obsahuje trojfázový neřízený usměrňovač v můstkovém zapojení, tlumivku a polovodičový spínač.

Pulsní měnič odporu bude navržen zejména pokud se týká polovodičových součástek, na bázi špičkové techniky tak, jak je zavedenými firmami na světovém trhu nabízena. Celé měničové zařízení je vybaveno dalšími komponenty nutnými pro nezávislý a bezproblémový chod u zákazníka :

- ♦ mikroprocesorový regulátor a ovládání obvodů celého zařízení
- ♦ převodníky proudu nutné pro regulaci
- ♦ případně další komponenty, které vyplynou při návrhu celého zařízení.

Konkrétní situace dvoupohonové poháněcí stanice





Příloha 4 Silové schéma neřízeného šestipulsního usměrňovace, můstkové zapojení, včetně průběhu usměrněného napětí

Chlazení měničové skříně se předpokládá nucené, vzduchové. Předpokládané rozměry měničové skříně jsou 500 x 600 x 1600 mm. Odporník není zatím součástí nabízeného zařízení. Bude buď sestaven ze stávajících rozběhových odporníků, které jsou k dispozici u každého pohonu poháněcích stanic, nebo dodán jako součást zařízení po určení jeho ohmické hodnoty a výkonového zatížení.

5. Závěr

V článku je popsána jedna z možností řešení problémů uvedených v úvodu - spouštění asynchronních elektromotorů s kroužkovou kotvou využívaných jako pohony DPD a optimální výkonové naladění těchto pohonů.

Jako optimální z hlediska technického i ekonomického se jeví použití pulsního měniče odporu zařazeného do obvodu kotvy asynchronního elektromotoru.

Ze všech poznatků uvedených v tomto článku vyplývá, že zařízení pro ladění pohonů pásových dopravníků DPD pulsní měniče odporu jsou schopny vyrobit a dodat všechny firmy zabývající se výrobou silové polovodičové techniky.

Zahraniční firmy (SIEMENS, ABB) nabízejí vývoj pulsních měničů odporu a jejich dodávku na klíč přímo pro konkrétní situace jednotlivých poháněcích stanic TC 1 i TC 2, tedy pro asynchronní elektromotory 250 kW, 500 kW, 630 kW i 1000 kW s tím, že tento vývoj bude samozřejmě drahý.

Nejvýhodnějším dodavatelem je tedy z důvodů výše uvedených některá z domácích firem, která dodá pulsní měnič odporu na klíč za cenu srovnatelnou s cenou jednotlivých komponentů od zahraničních firem.

V případě, že dojde k rozhodnutí o realizaci na konkrétním pásovém dopravníku, bude nutno zdokumentovat jeho výchozí parametry, tj. změřit skutečné průměry bubnů, hodnoty statorových proudů a výkony elektromotorů. Pulsní měnič je nutno instalovat k elektromotoru, u kterého potřebujeme změkčit jeho momentovou charakteristiku.

6. Doporučení

1. Vzhledem k ceně poháněcích bubnů pásové dopravy DPD (až 750.000,-Kč) a následně nutné výměny jednoho z přetěžovaných elektromotorů doporučujeme v první řadě realizovat instalaci pulsního měniče odporu na dvoububnové poháněcí stanici TC 1 osazené dvěma elektromotory o výkonu 250 kW. Osvědčí-li se toto zařízení, doporučujeme pak instalovat pulsní měniče odporu také na poháněcí stanice TC 2, jež jsou osazeny až čtyřmi pohony o výkonu do 1000 kW.
2. Vzhledem k postačujícímu rozsahu regulace doporučujeme použít pro řešení problému sladění pohonů pásových dopravníků DPD i pro rozběh těchto pohonů pulsní měnič odporu bez kondenzátoru, tak jak je uveden v příloze 1.
3. Na realizovaném zařízení provést měření důležitých elektrických veličin z důvodu zjištění nutné instalace pulsních měničů v prvním případě k oběma pohonům poháněcí stanice. Je totiž možné, že nebude nutno instalovat pulsní měniče odporu ke všem pohonům poháněcí stanice.

4. Vzhledem k tomu, že domácí firmy, které se výrobou silové polovodičové techniky zabývají, jsou schopny takové zařízení vyrobit za nižší cenu než firmy zahraniční, doporučujeme vybrat pro první dodávku právě některou z domácích firem, která dodá tyto pulsní měniče na klíč a na zařízení jako celek poskytne záruku.

Použitá literatura

1. Kubík, B. - Janoušek, P.: Ladění pohonu dopravníku s extrémně opotřebovanými poháněcími bubny. Studie, VÚHU, a.s. Most, 1996
2. Kubík, B.: Technickoekonomická studie náhrady olejových spouštěčů pohonů čerpadel 6 kV, 500 kW v dole Kohinoor. Studie, VÚHU, a.s. Most, 1996
3. Janoušek, P.: Pásový dopravník s parciálním pohonem kombinovaným. Výzkumná zpráva, VÚHU 1985
4. Janoušek, P.: Analýza opotřebení poháněcích bubnů pásového dopravníku. Článek, zpravodaj SHD II/1993
5. Vondrášek, F.: Výkonová elektronika I, II. Skripta VŠSE, Plzeň 1981
6. Caha, Z. Černý, M.: Elektrické pohony. Skripta ČVUT, Praha 1987
7. Čermák, T.: Elektrické pohony. Skripta VŠB, Ostrava 1982
8. Čadil, F. Anderle, V. Holan, J. Kule, L.: Elektrické pohony. SNTL/ALFA, Praha 1976
9. Firemní katalogy SIEMENS, ABB, CEGELEC, ČKD Elektrotechnika a.s.

Seznam použitých značek a zkratek :

AM	-	asynchronní elektromotor
DPD	-	dálková pásová doprava
S	-	tyristorový spínač
KO	-	komutační obvod
NDU	-	neřízený diodový usměrňovač
L	-	vyhlazovací tlumivka
KOMP	-	komparátor
D	-	dioda
u_{RS}	-	napětí mezi fázemi R a S
u_{RT}	-	napětí mezi fázemi R a T
u_{ST}	-	napětí mezi fázemi S a T
u_d	-	usměrněné napětí
$\check{C}_p$	-	čidlo proudu