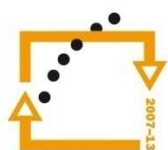




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Střídavé motory

Téma: Motor s kotvou nakrátko

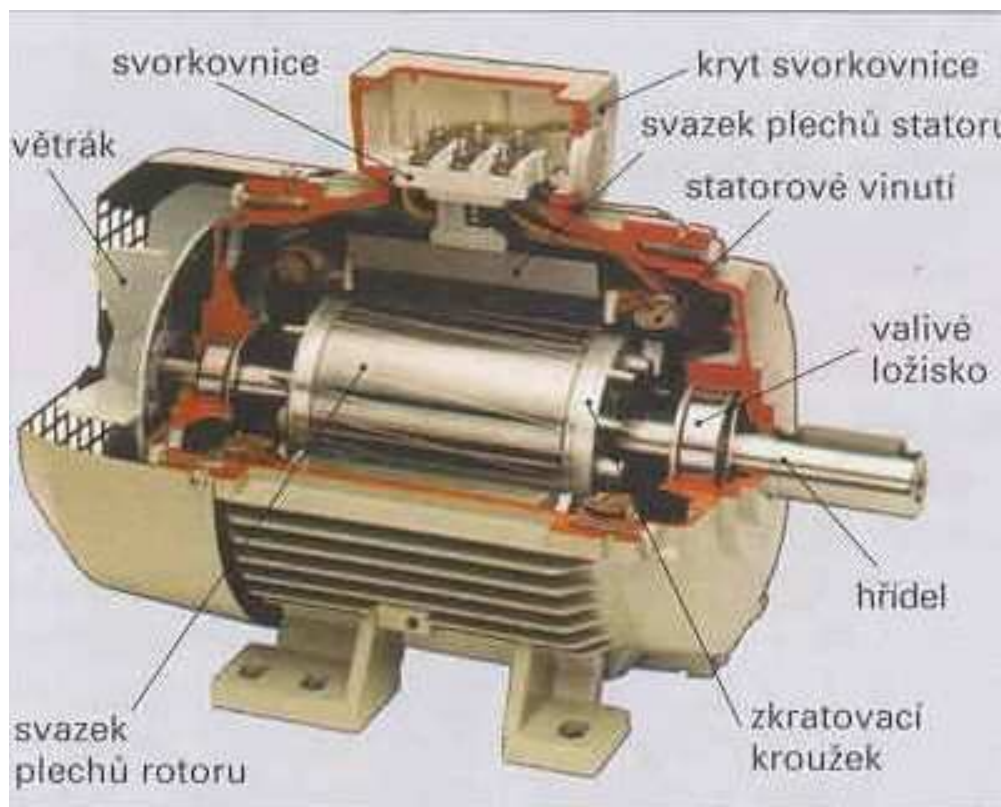
Autor: Ing. Radovan Hartmann

Číslo: VY_32_INOVACE_41-07

Anotace: Materiál je určen pro 2. ročníky SPŠ obor strojírenství. Jedná se o výkladovou prezentaci k problematice motoru s kotvou nakrátko.

Listopad 2012

Motor s kotvou nakrátko



Obr.1. trojfázový motor s kotvou nakrátko

- Stator se skládá z nosného tělesa (krytu) motoru, svazku statorových plechů a statorového vinutí (obr. 1). Konce statorového vinutí jsou vyvedeny na svorkovnicích.

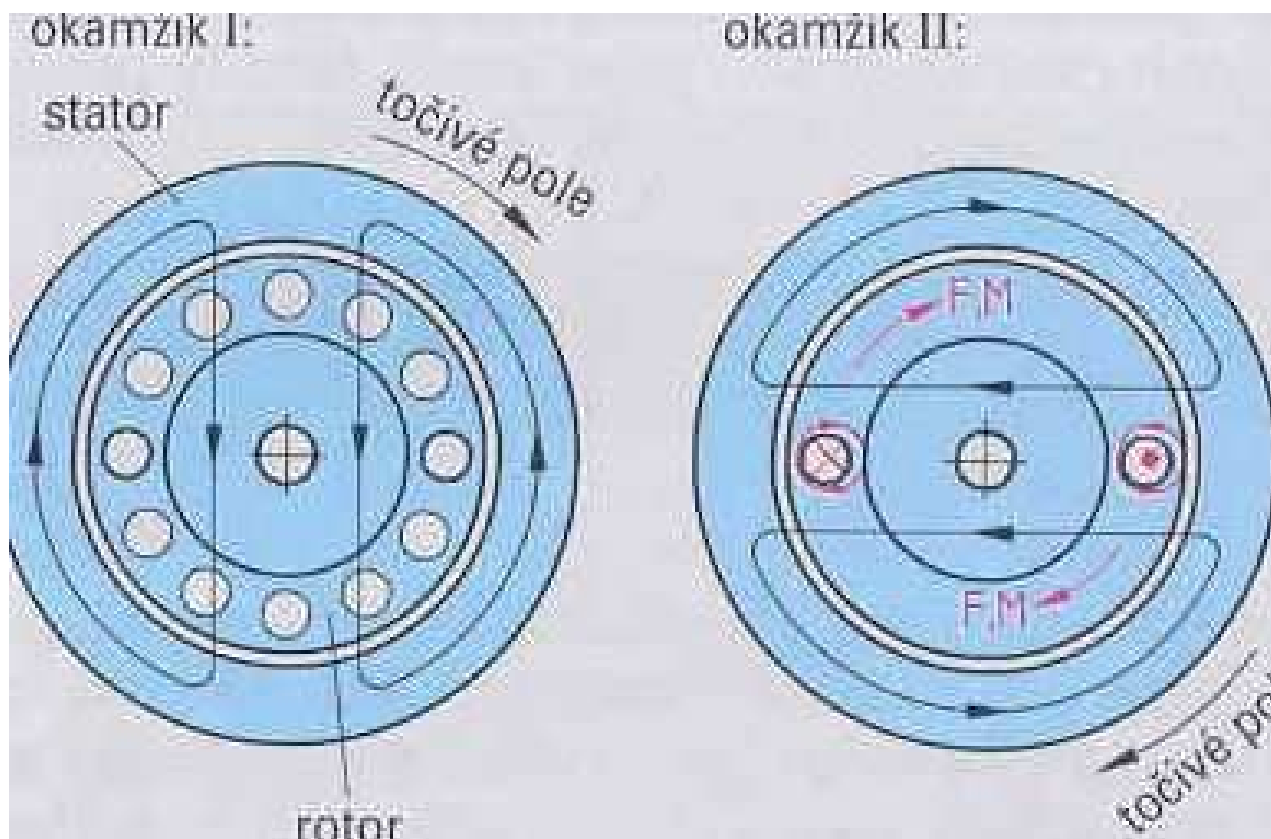
Motor s kotvou nakrátko

- Rotor (kotva) je sestaven z rotorových plechů nasazených ve svazku hřídeli a z vodičů v drážkách rotoru. Vodiče jsou tvořeny hliníkovými nebo měděnými tyčkami a jsou na čelních stranách svazku rotorových plechů spojených nakrátko zkratovacími kroužky. Vodivé tyčinky spolu se zkratovacím kroužky mají podobu klece (klecový rotor). Rotor i stator jsou složeny z jednostranně izolovaných elektroplechů. Touto konstrukcí je prakticky zabráněno ztrátám vířivými proudy (jako u transformátorů).

Motor s kotvou nakrátko

- Princip činnosti je následující . Klecový rotor lze považovat za nejjednodušší trojfázové vinutí. V momentu zapnutí se chová klecový motor jako zkratové sekundární vinutí transformátoru. Točivé pole statoru způsobuje změny magnetického toku ve vodivých smyčkách tvořených vodiči rotoru. Rychlost změn magnetického toku procházejícího vodivými smyčkami stojícího rotoru odpovídá kmitočtu točivého elektromagnetického pole. Indukované napětí vyvolá průtok elektrického proudu klecovým rotorem (obr. 2).

Motor s kotvou nakrátko

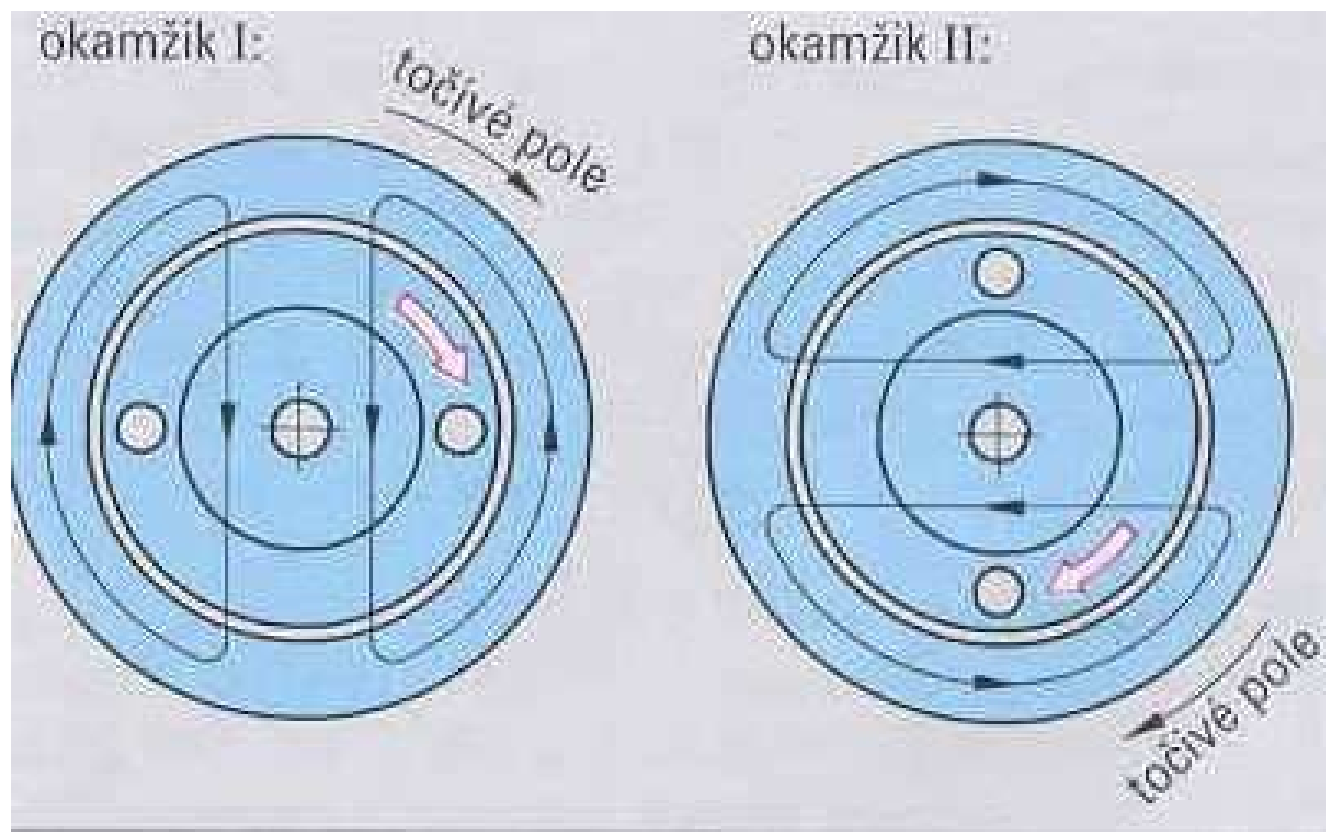


Obr. 2. Indukční působení točivého magnetického pole na nehybný rotor

Motor s kotvou nakrátko

- Asynchronní motory jsou indukční motory. Proud v rotoru je vyvolán indukcí. Podle Lenzova pravidla způsobí magnetické pole indukované proudem v rotoru točivým momentem, který otočí rotorem ve směru otáčení točivého pole statoru. Pokud by dosáhly otáčky rotoru otáček točivého pole statoru, kles by točivý moment na nulu (obr. 3). Točivý moment je úměrný rozdílu otáček rotoru a pole statoru, který nazýváme skluzové otáčky asynchronního motoru. Asynchronní motor potřebuje skluz otáček k indukci proudu v rotoru.

Motor s kotvou nakrátko



Obr.3. Neměnný magnetický tok procházející rotorem při synchronních otáčkách

Motor s kotvou nakrátko

Skluz otáček asynchronních motorů bývá běžně 3% až 8% jmenovitých otáček.

Příklad: Čtyřpólový trojfázový motor má při napojení 50 Hz a otáčky 1440/min. Jaký je skluz ?

$$\Delta n = n_s - n$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\%$$

Δn skluz otáček

n otáčky rotoru

n_s otáčky točivého pole

s relativní skluz

Motor s kotvou nakrátko

$$n_s = \frac{f}{p} = \frac{50 \text{ Hz}}{2} = 25 \frac{1}{s} = 1500 \text{ otáček/min}$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\% \\ = \frac{1500 \text{ ot./min} - 1440 \text{ ot./min}}{1500 \text{ ot./min}} \cdot 100\% = 4\%$$

Motor s kotvou nakrátko

- Otáčky trojfázového asynchronního motoru s kotvou nakrátko klesají s rostoucí zátěží. Skluz otáček asynchronního motoru je závislý na zátěži motoru.
- Klecový rotor (kotva nakrátko) je tvořena vodiči kruhového průřezu odpovídajících tvaru hlubokých drážek svazku rotorových plechů. Chování klecového rotoru lze vysvětlit na rotoru s vodiči kruhového průřezu. V okamžiku zapnutí motoru se nehybný rotor chová převážně jako indukčnost. Činný odpor vodivé klece je mi malý. Rozběhový proud proto může dosáhnout až desetinásobku jmenovité hodnoty (jako zkratový odpor transformátoru). Pro jeho velký fázový posun za magnetickým tokem je však točivý moment malý.

Motor s kotvou nakrátko

- Rotory s kruhovými vodiči mají přes velké rozběhové proudy jen malý rozběhový moment. S rostoucími otáčkami klesá indukované napětí i proud v rotoru, zmenšuje se současně fázový posun mezi napětím a proudem v rotoru. Průběh momentu v závislosti na otáčkách (obr. 1) ukazuje nárůst až do hodnoty M_k momentu zvratu, kdy začne pokles rychlostí změn indukčního toku ve smyčkách považovat nad vlivy zvětšujícími moment. Při jmenovitých otáčkách způsobí jmenovitý moment M_n (jmenovité zatížení). V nezatíženém stavu dosahuje motor téměř synchronních otáček n_s . V okolí jmenovaného momentu M_n jsou změny skluzu úměrné změnám zatížení M , neboť charakteristika je zde téměř lineární (obr. 4).

Motor s kotvou nakrátko

- Při nárůstu (kolísání) zatížení klesají (kolísají) otáčky málo, tak jako u stejnosměrného motoru s paralelním buzením. Taková stabilní chování otáček v závislosti na zatížení motoru se označuje jako chování derivačního motoru. Sedlový moment M_s odpovídá sedlu v momentové charakteristice (obr. 4), tedy nejmenšímu momentu mezi rozběhem a maximální hodnotou momentu M_k . Rozdílným počtem drážek v rotoru a statoru a šikmým nebo stupňovitým uspořádáním tyčových vodičů lze docílit stoupající charakteristiky bez sedla.

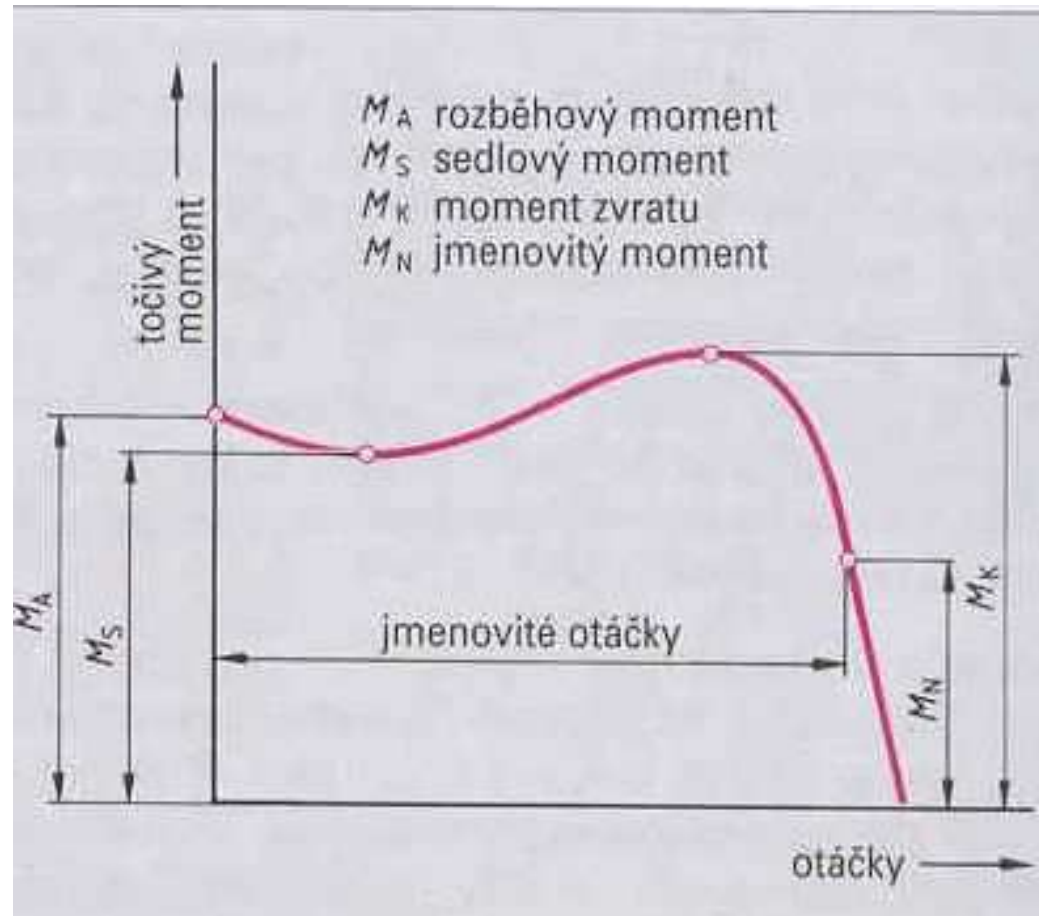
Motor s kotvou nakrátko

- Zvětšení rozběhového momentu při současném zmenšení rozběhového proudu lze dosáhnout použitím materiálů s větším elektrickým odporem na tyčky klece rotoru, např. Hliníkových slitin. Při náběhu se tak zvětší činná část impedance rotoru zmenší se tak fázový posun mezi magnetickým statoru a proudem rotoru, fáze i přes pokles rozběhového proudu stoupne jeho činná složka.

Motor s kotvou nakrátko

- Pro zmenšení ztrát ve vodičích rotoru při provozu (provozních otáčkách) jsou rotory konstruovány jako hlubokodrážkové, využívají efekt vytlačování proudu do vnějších vodičů s větším odporem při rozběhu.

Motor s kotvou nakrátko



Obr.4. Charakteristika asynchronního motoru s hlubokodrážkovým rotorem

ZDROJE:

- TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. Vyd. 1. Praha, 2002. ISBN 80-867-0600-1.