

1 ASYNCHRONNÍ MOTORY

1.1 Trojfázové asynchronní motory s kotvou nakrátko

V této kapitole se dozvíte:

- konstrukci a princip činnosti asynchronního motoru,
- co je to skluz a jak se vypočte,
- čas potřebný na prostudování této kapitoly je 2,5 hod.



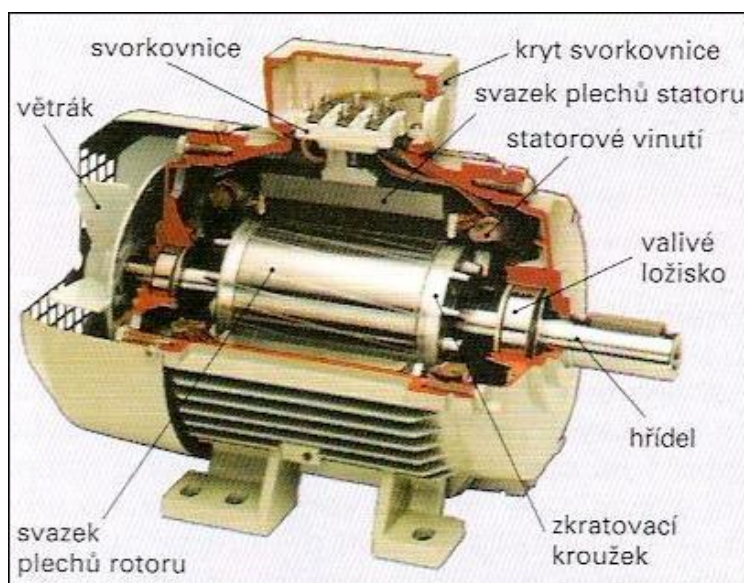
Klíčová slova a pojmy k zapamatování:

indukční motor, stator, rotor, klec, skluz, vířivé proudy, účinník, účinnost, záběrový a jmenovitý moment.



Asynchronní motory jsou nejdůležitější trojfázové motory. Magnetické pole statoru indukuje v rotoru napětí a vzniklý proud pak vyvolá sílu otáčející rotorem.

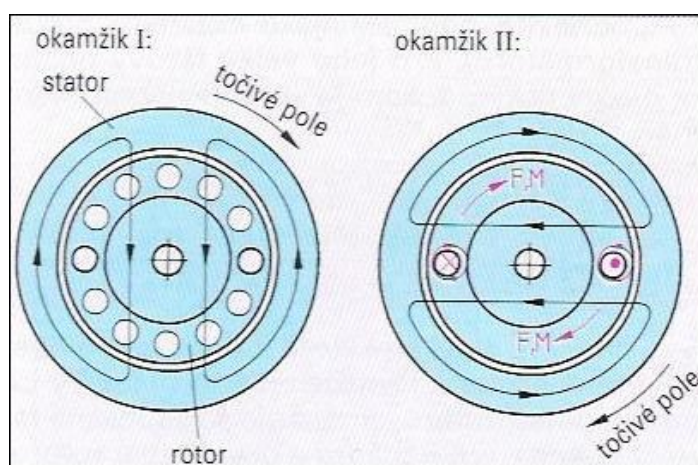
Konstrukce. Stator se skládá z nosného tělesa (krytu) motoru, svazku statorových plechů a statorového vinutí, které je vyvedeno na svorkovnici (obr. 6).



Obr. 6 Trojfázový motor s kotvou nakrátko

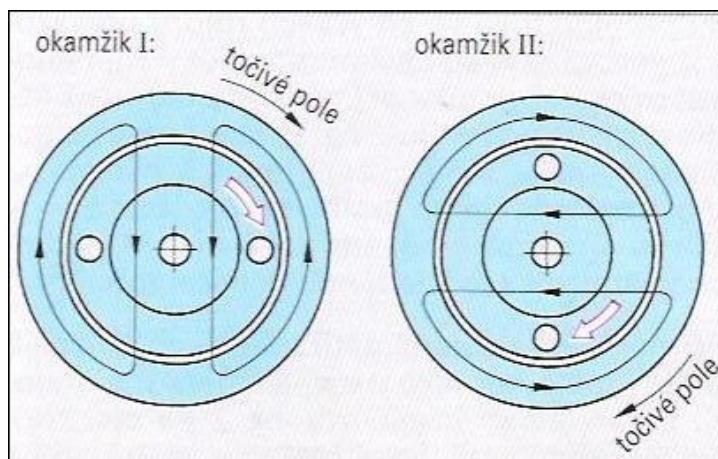
Rotor (kotva) je sestaven z rotorových plechů nasazených ve svazku na hřídeli a z vodičů v drážkách rotoru. Vodiče jsou tvořeny hliníkovými nebo měděnými tyčkami a jsou na čelních stranách svazku rotorových plechů spojeny nakrátko zkratovacími kroužky. Celé vinutí tvoří klec (klecový rotor). Rotor i stator jsou složeny z jednostranně izolovaných elektrolechů. Touto konstrukcí je prakticky zabráněno ztrátám vířivými proudy podobně jako u transformátorů.

Princip činnosti. Klecový rotor lze považovat za nejjednodušší trojfázové vinutí. V okamžiku zapnutí se chová klecový rotor jako zkratované 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. 7).



Obr. 7 Indukční působení točivého pole na nehybný rotor

Asynchronní motory jsou indukční motory. Proud v rotoru je vyvolán indukcí. Podle Lencova pravidla způsobí magnetické pole indukované proudem v rotoru točivý moment, který otočí rotorem ve směru otáčení točivého pole statoru. Pokud by dosáhly otáčky rotoru otáček točivého pole statoru, klesl by točivý moment na nulu (obr. 8).



Obr. 8 Neměnný magnetický tok procházející rotorem při synchronních otáčkách

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. Skluz otáček asynchronního motoru bývá běžně 3% až 8% jmenovitých otáček.

$$\Delta n = n_s - n$$

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

Δn [ot./min] – skluz otáček
 n [ot./min] – otáčky rotoru
 n_s [ot./min] – otáčky točivého pole
 s [%] – relativní skluz

Úkol k zamýšlení:

Zamyslete se, proč nemůže asynchronní motor s kotvou nakrátko bez speciálních úprav docílit synchronních otáček, i když nebude zatížen.



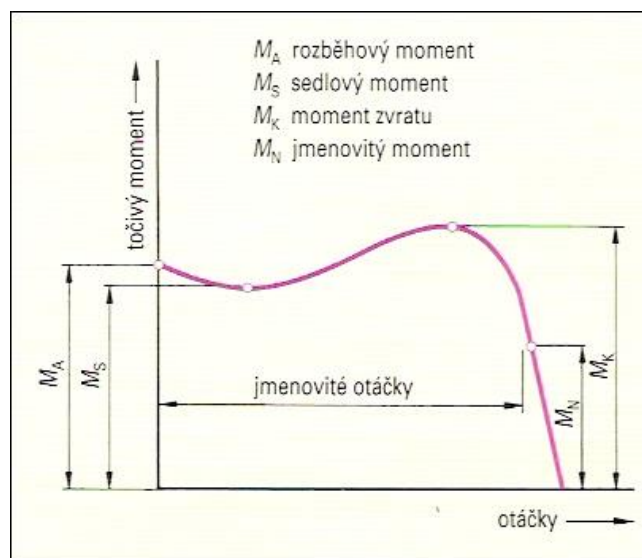
Příklad: čtyřpólový trojfázový motor má při napájení 50Hz 1440 otáček za minutu. Jaký je skluz?

Řešení:
$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ [ot./min]}$$



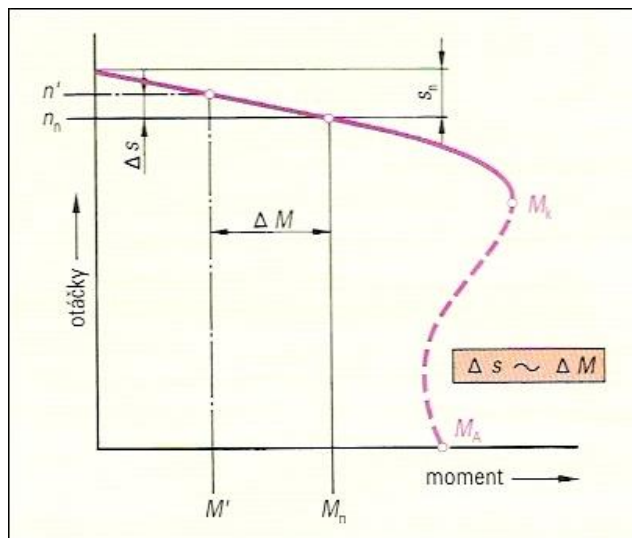
$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\% = \frac{1500 - 1440}{1500} \cdot 100\% = 4\%$$

Otáčky asynchronního motoru jsou menší než otáčky točivého pole. Skluz je závislý na zátěži motoru. Chování klecového rotoru (kotvy nakrátko) lze vysvětlit na rotoru s vodiči kruhového průřezu. V okamžiku zapnutí motoru se nehybný rotor chová převážně jako indukčnost. Činný odpor vodivé klece je velmi malý. Rozběhový proud proto může dosáhnout až desetinásobku jmenovité hodnoty. Pro jeho velký fázový posun za magnetickým tokem je však točivý moment malý. Můžeme konstatovat, že rotory s kruhovými vodiči mají přes velké rozběhové proudy jen malý rozběhový moment. S rostoucími otáčkami klesá indukované napětí i proud v rotoru. Protože současně klesá induktivní reaktance rotoru, zmenšuje se současně fázový posun mezi napětím a proudem v rotoru.



Obr. 9 Charakteristika asynchronního motoru s hlubokodrážkovým rotorem

Průběh momentu v závislosti na otáčkách, tj. momentová charakteristika motoru (obr. 9) ukazuje nárůst až do hodnoty M_K momentu zvratu, kdy začne pokles rychlostí změny indukčního toku ve smyčkách rotoru převažovat nad vlivy zvětšujícími moment. Při jmenovitých otáčkách působí jmenovitý moment M_N (jmenovité zatížení). V nezatíženém stavu dosahuje motor otáčky téměř synchronní n_s . V okolí jmenovitého momentu M_N jsou změny skluzu úměrné změnám zatížení ΔM , neboť charakteristika je zde téměř lineární (obr. 10). Při nárůstu (kolísání) zatížení klesají otáčky jen málo, motor se chová stabilně.



Obr. 10 Zatěžovací charakteristika asynchronního motoru s kotvou nakrátko

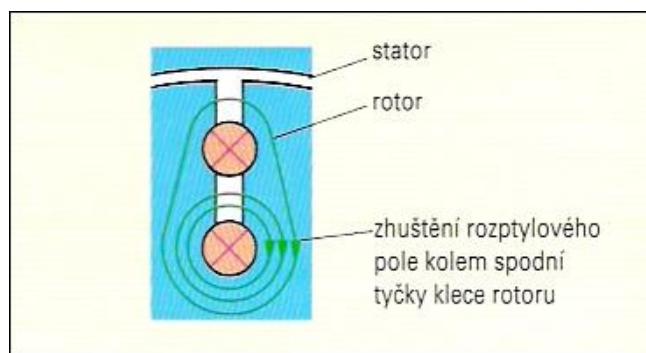
Sedlový moment M_s lze téměř odstranit a docílit pouze stoupací momentové charakteristiky rozdílným počtem drážek v rotoru a statoru a šikmým nebo stupňovitým uspořádáním tyčových vodičů – klece (obr. 11).



Obr. 11 Provedení klecových rotorů (bez rotorových plechů)

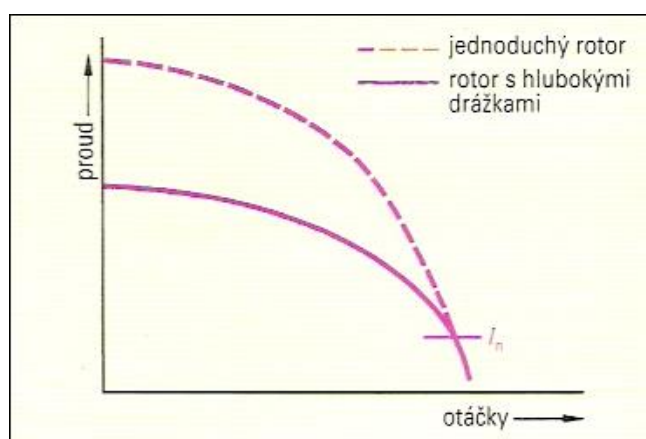
Zvětšením rozběhového momentu při současném zmenšení rozběhového proudu lze dosáhnout použitím materiálu na tyče rotoru s větším elektrickým odporem, např. hliníkových slitin. Při náběhu se tak zvětší činná část impedance rotoru a zmenší se tak fázový posuv mezi magnetickým polem statoru a proudem rotoru, takže i přes pokles rozběhového proudu stoupne jeho činná složka, která je ve fázi s magnetickým polem statoru.

Pro zmenšení ztrát ve vodičích rotoru při provozních otáčkách jsou rotory konstruovány jako hlubokodrážkové, využívající efekt vytlačování proudu do vnějších vodičů s větším odporem při rozběhu. Takový rotor má v podstatě dvojitou klec, a to rozběhovou a pracovní. Vnější tyče mají menší průřez a větší odpor. Indukovaný proud vytváří kolem tyčí magnetické pole (obr. 12).

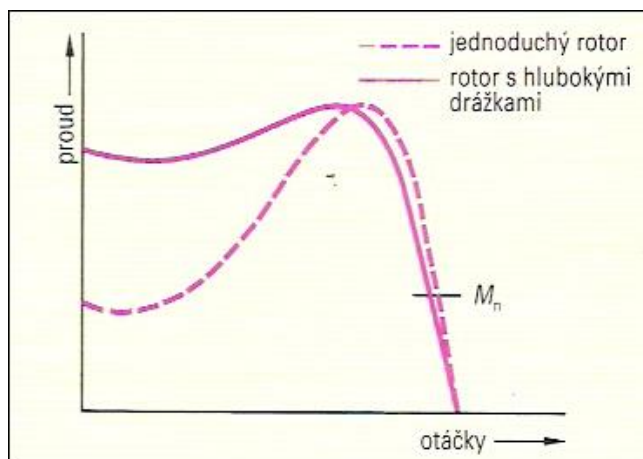


Obr. 12 Vytlačování proudu (rotor s dvojitou klecí)

Obě rozptylová pole indukují zpětné napětí, která se snaží podle Lencova pravidla zmenšit původní střídavé proudy v tyčích. Magnetický proud kolem spodních tyčí (blíže k ose rotoru) je silnější, protože se může převážně uzavírat v železe. Zeslabující účinek na proud je proto silnější než ve vnějších tyčkách rotorové klece. Proud je tedy vytlačován do vnějších tyčí na povrchu klece (skinefekt). Při velkých rozběhových proudech je tedy proud v rotorové kleci vytlačen do vnějších vodičů (do rozběhové klece) s menším průřezem a větším odporem. Proto je rozběhový proud menší (obr. 13), má větší činnou složku, a tím menší fázové zpoždění za průběhem magnetického toku statoru a tedy větší sílové účinky. Momentová charakteristika (obr. 14) je pak při rozběhu příznivější než při jednoduché rotorové kleci s tyčemi kruhového průřezu.



Obr. 13 Průběh proudů (odběr)



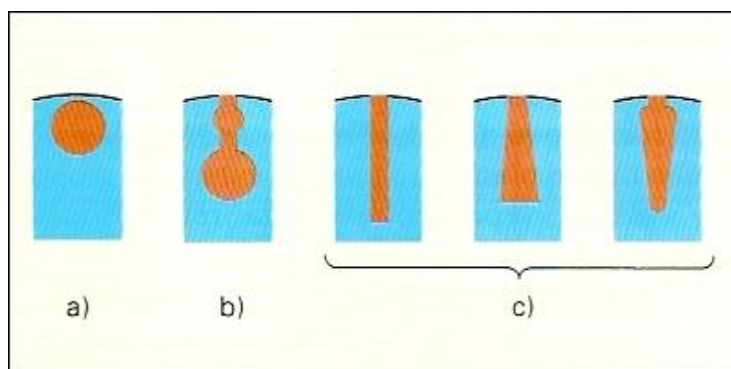
Obr. 14 Průběh točivého momentu

Úkol k zamýšlení:

Zamyslete se, jaký vliv na motor má tvar klece a hloubka drážek rotoru?



Tentýž efekt lze dosáhnout i při jiném tvaru hlubokých drážek (obr. 15). Rotor s hlubokými drážkami má velký rozběhový moment a malý rozběhový proud.



Obr. 15 Tvary drážek v rotorech nakrátko: a) drážky pro kruhové tyče, b) drážky pro dvojitou klec, c) tvary hlubokých drážek

U hlubokodrážkových rotorů s dvojitou klecí dochází k většímu rozptylu magnetického toku než u jednoduché klece s tyčemi kruhového průřezu. Je zde proto trochu menší účinnost (výkonová), právě tak jako účinník ($\cos\varphi$).

Úkol k zamýšlení:

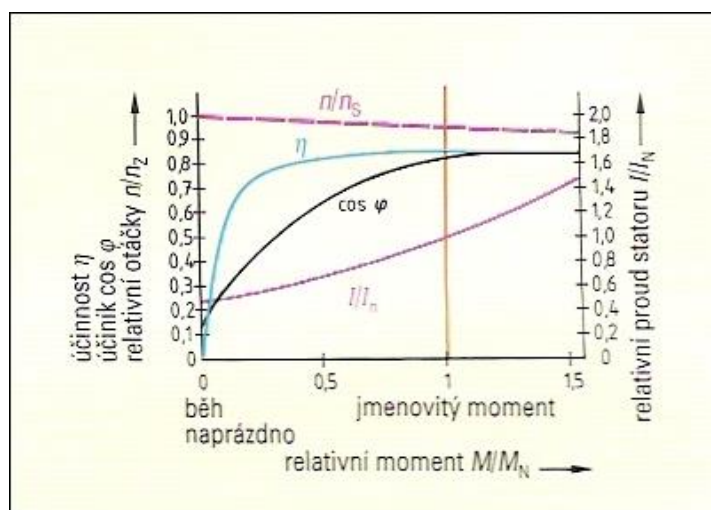
Zamyslete se nad pojmem skin efekt u hlubokodrážkového rotoru.



Zamyslete se nad výhodami a nevýhodami třífázových motorů s kotvou nakrátko, zhodnoťte jejich přínos pro průmysl a jestli by se daly nahradit jinými typy elektrických indukčních motorů?

Použití motorů s kotvou nakrátko

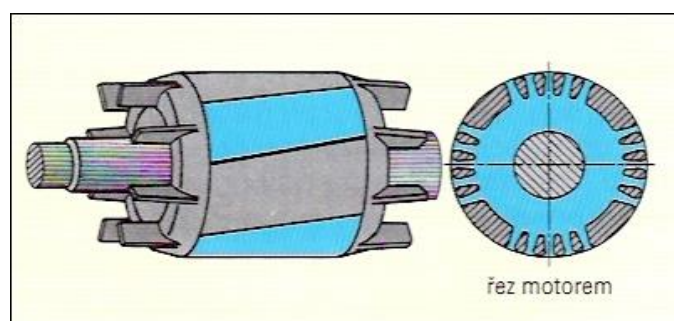
Motory s kotvou nakrátko jsou jednoduché, levné, lehké, nenáročné na údržbu a neruší rozhlas jiskřením (jako komutátorové motory). Používají se jako pohony výrobních strojů malého a středního výkonu, např. pohony obráběcích strojů, ventilátorů, čerpadel, pohony technologických linek a v zemědělství. Výhodných vlastností lze využít při zatěžování jmenovitým výkonem, při kterém má motor vysokou účinnost i účinník (obr. 16).



Obr. 16 Typické charakteristiky motorů s kotvou nakrátko, jmenovitých výkonů 2 kW až 5 kW

Reluktanční motor

Svazek rotorových plechů klecového rotoru má na obvodu tolik vybrání, kolik má stator pólů (obr. 17)



Obr. 17 Rotor a rotorový plech reluktančního motoru

Magnetický tok (indukční čáry) statoru se pak uzavírá přes rotor, a to hlavně přes části oddělené malou vzduchovou mezerou a nikoliv přes vybrání s velkým magnetickým odporem velké vzduchové mezery. Rotor tím získá vlastní póly a brání se skluzu za otáčkami točivého pole rotoru. Reluktanční (brání se skluzu, s rotorem vzpříčeným v točivém poli) motor se rozbíhá jako motor s kotvou nakrátko a po rozběhu pracuje jako synchronní motor. Přetížení vede k asynchronnímu běhu se skluzem. Můžeme tedy konstatovat, že reluktanční motory mají synchronní otáčky, menší účinník, menší účinnost a odebírají větší proud. Používají se k pohonu strojů s konstantními otáčkami.

Kontrolní otázky:

Popište, z jakých částí se skládá asynchronní motor s kotvou nakrátko?

Proč potřebuje asynchronní motor skluz?

Vysvětli pojem skluz a jak velký bývá skluz asynchronních motorů?

Má vliv kolísání zátěže na otáčky asynchronního motoru?

Jaký je rozdíl mezi pojmy rozběhový moment, moment zvratu a sedlový moment?

Proč jsou upřednostňovány hlubokodrážkové rotory před rotory s jednoduchou klecí?

Při jakém zatížení mají asynchronní motory výhodné provozní vlastnosti?

Jak pracuje reluktanční motor?

Shrnutí:

Po pečlivém prostudování kapitoly si studenti osvojili podstatu asynchronních motorů, co je skluz a jaký vliv má klec rotoru na funkci motoru.

1.1.1 Rozběhy motoru s kotvou nakrátko – statorové spouštění

V této kapitole se dozvíte:

- *jak pracuje statorové spouštění motoru,*
- *funkci statorového spouštěče s rezistory,*
- *jak pracují rozběhové transformátory,*
- *rozběh hvězda trojúhelník,*

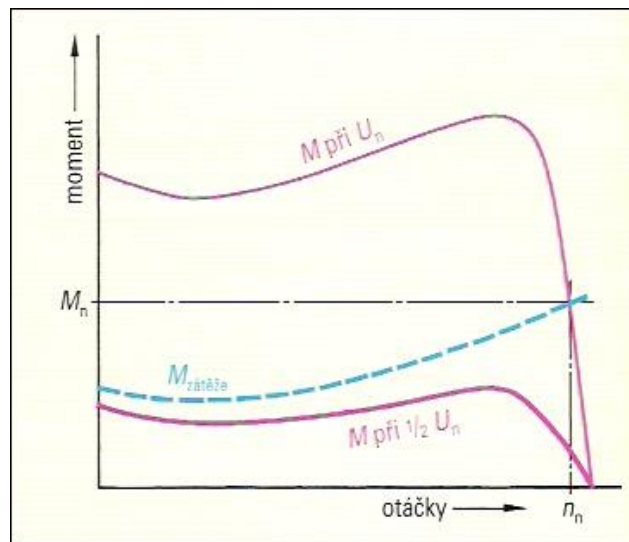
- *elektronické spouštěče,*
- *čas potřebný na prostudování této kapitoly je 1,5 hod.*

Klíčová slova a pojmy k zapamatování:

Rozběhový proud, měkký rozběh, autotransformátor, stykač, přepínač Y/D, tyristor.



Motory s kotvou nakrátko mají na začátku velké rozběhové proudy. Pro zabránění poklesu síťového napětí předepisují provozovatele sítí pro motory vyšší výkonů spouštěcí zařízení. U třífázových motorů s výkonem nad 5,2 kVA je vyžadován spouštěcí režim omezující rozběhový proud. Statorové rozběhové režimy zmenšují rozběhový proud snížením napětí statoru. Výkon a točivý moment jsou úměrné druhé mocnině napětí. Odpovídajícím poměrem se také snižuje výkon i moment při zmenšování napětí. Je-li motor spouštěn při polovině jmenovitého napětí, má jen čtvrtinu rozběhového momentu (obr. 18). Statorové spouštění může být používáno jen při sníženém zatížení nebo rozběhu motoru bez zatížení.

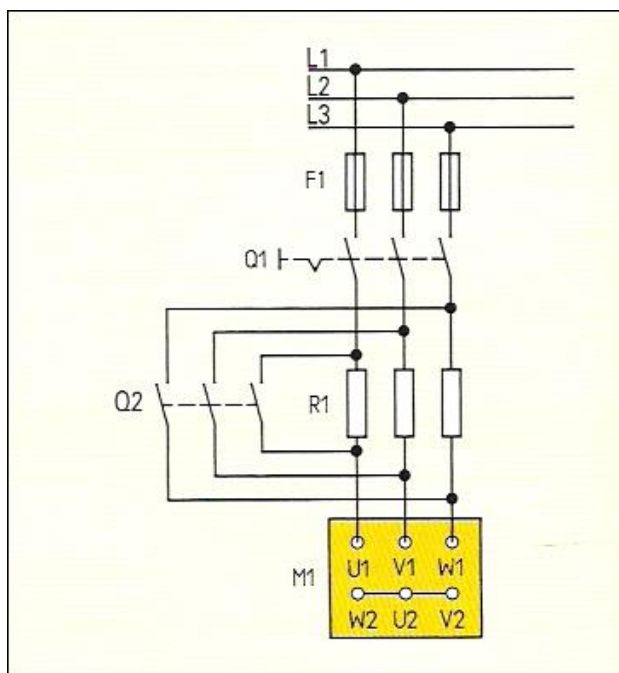


Obr. 18 Charakteristiky točivého momentu motoru s kotvou nakrátko při plném a polovičním napětí

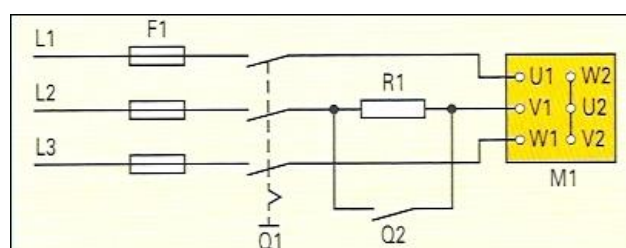
Statorový spouštěč s rezistory

Ke zmenšení napětí statoru při rozběhu jsou do přívodu zařazovány omezovací rezistory (obr. 19). Tím se zmenší rozběhový proud. Tyto odpory mohou být zapojeny až za vinutím motorů. Podmínka je zapojení do hvězdy. Pak mluvíme o režimu hvězdového spouštění.

Při použití předřadných prvků jako činných odporů dochází k tepelným ztrátám. Proto se používají předřadné cívky (tlumivky), které však zase zhoršují účinnost v síti. K rozběhu malých motorů s kotvou nakrátko se používá zapojení k měkkému rozběhu tvořené jen jedním rezistorem (obr. 20).



Obr. 19 Trojfázový motor s rozběhovými rezistory v přívodním vedení



Obr. 20 Zapojení pro měkké statorové spouštění s jedním rezistorem

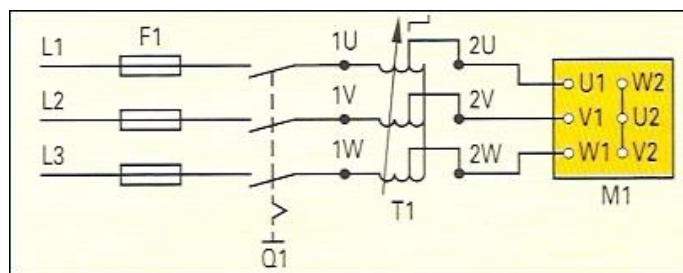
Úkol k zamýšlení:

Zamyslete se nad použitím omezovacích rezistorů a tlumivek, co se vám zdá výhodnější.



Rozběhové transformátory

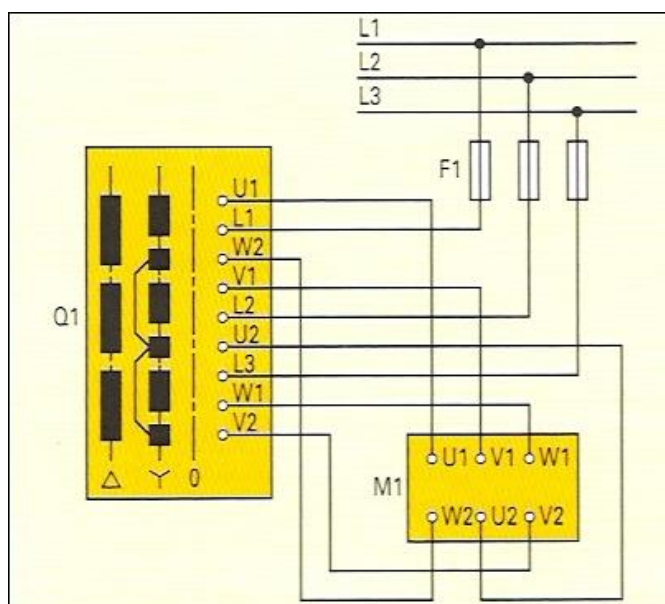
Transformátory zmenšují při rozběhu napětí, a tím i rozběhový proud motoru. Používají se pro motory velkých výkonů. Z ekonomických důvodů jsou většinou používány autotransformátory (obr. 21).



Obr. 21 Trojfázový motor se spouštěcím autotransfornátorem

Rozběh hvězda – trojúhelník

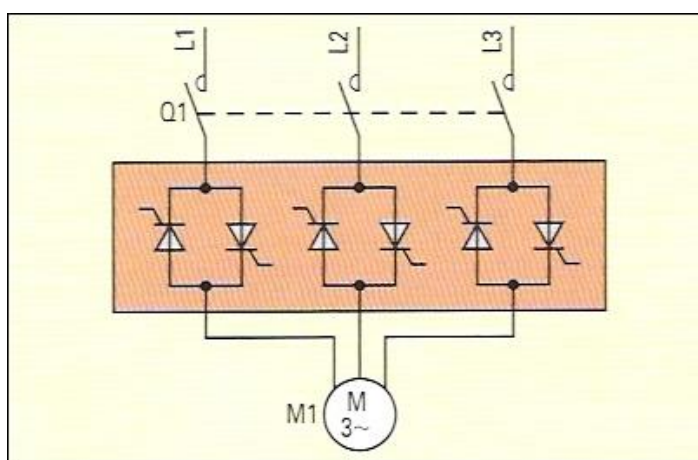
Motory, které mají napětí na (statorových) vinutích rovno síťovému napětí, jsou provozovány běžně v zapojení do trojúhelníku. Při rozběhu v zapojení do hvězdy se napětí na vinutích zmenší v poměru $\sqrt{3}$ a stejně i proudy v těchto vinutích. Podle pravidel o sdružení fází tak klesne celkový odebíraný proud i výkon při stálém síťovém napětí na třetinu. Při rozběhu v zapojení do hvězdy klesne rozběhový proud i točivý moment trojfázového motoru na třetinu hodnoty jak při zapojení do trojúhelníku. Rozběh s přepnutím z hvězdy do trojúhelníka se tedy může realizovat jen při malém zatížení motoru. Rozběh hvězda trojúhelník je nejčastěji používaný postup rozběhu od 3kVA a výše. Bývá realizován automaticky s časovým relé pomocí stykačů, nebo pomocí ručních přepínačů (obr. 22).



Obr. 22 Trojfázový motor s ručním přepínáním Y/ Δ

Elektronické spouštěče

Trojfázový tyristorový spínaný spouštěč s dvojicemi antiparalelně zapojených tyristorů ve všech fázích umožňuje snížit odběr proudu při rozběhu motoru. Průchod proudu přes tyristory je řízen při pevném kmitočtu fázovým spínáním. Větší amplituda rozběhového proudu motoru je kompenzována menšími dobami otevření tyristorů tak, aby střední hodnota proudu měla požadovanou hodnotu. Spínané spouštěče umožňují plynulé řízení a regulaci odebíraného výkonu (příkonů) na rozdíl od dvojestupňového nastavování hvězda trojúhelník. Elektronické spouštěče umožňují plynulé zvětšování točivého momentu při rozběhu bez skokových změn proudu (obr. 23).



Obr. 23 Tyristorové spouštění motoru

Kontrolní otázky:

Proč a kdy omezujeme rozběhový proud?

U satorového spouštění může být motor zatížen, nebo musí být bez zátěže?

Kdy se používá termín měkký rozběh?

Kde se zapojují omezovací rezistory?

Jaké transformátory se používají při spouštění transformátorem?

Jaký způsob je nejvíce rozšířený postup satorového rozběhu asynchronního motoru?

Pomocí jakých součástek je realizováno elektronické spouštění motorů?

Shrnutí:

V kapitole jsou popsány způsoby satorových spouštění motorů s kotvou nakrátko.



1.1.2 Rozběh asynchronních motorů s kotvou kroužkovou

V této kapitole se dozvíte:

- princip činnosti motoru s kroužkovou kotvou,
- proč se takové motory používají a jaký je jejich záběrový moment,
- čas potřebný na prostudování této kapitoly jsou 2 hod.



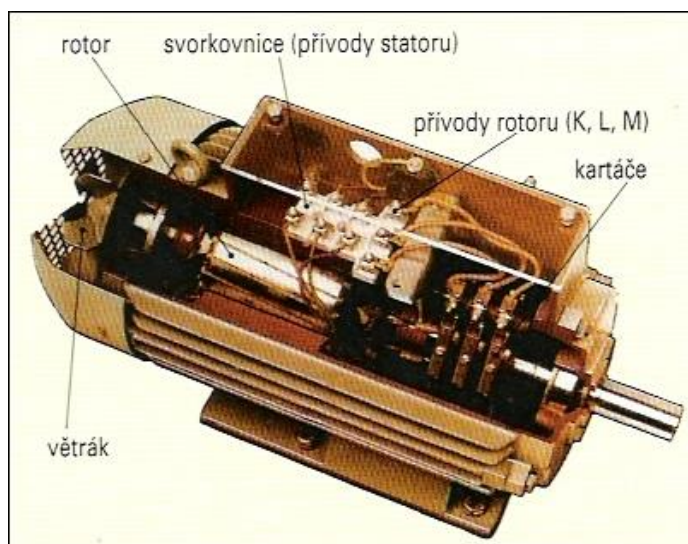
Klíčová slova a pojmy k zapamatování:

Kroužková kotva, uhlíkové kartáče, spouštěcí rezistory, klidové napětí rotoru, podsynchronní kaskáda.



Motory s kroužkovou kotvou

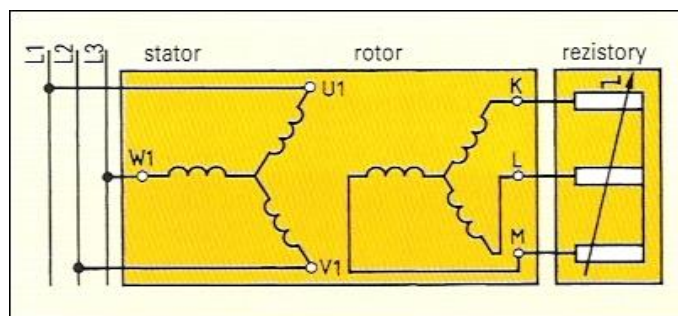
Stator motoru s kroužkovou kotvou má stejnou konstrukci jako stator motoru s kotvou nakrátko (obr. 24).



Obr. 24 Motor s kroužkovou kotvou

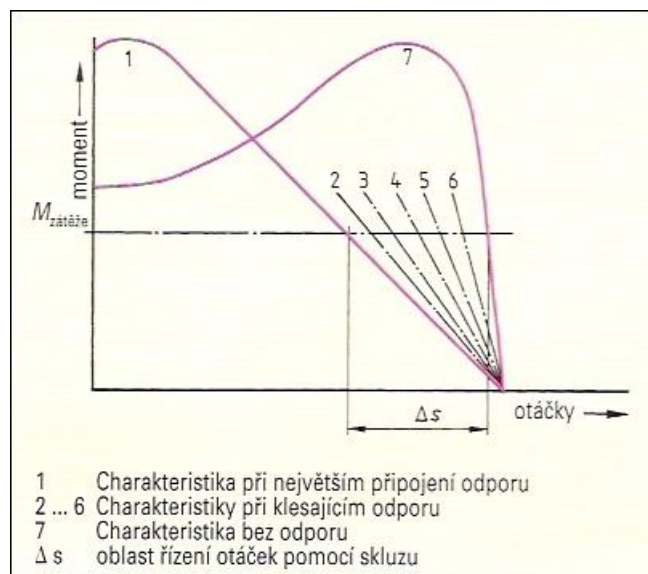
Na hřídeli rotoru je svazek rotorových plechů a sběrné kroužky. V drážkách rotorového svazku plechu je izolovaně uloženo vinutí rotoru. Vinutí rotoru má téměř vždy tři cívky (trojfázové vinutí), zapojené většinou do hvězdy, zřídka do trojúhelníku. Vinutí rotoru je připojeno na tři sběrací kroužky. Připojení vnějších obvodů na sběrací kroužky je realizováno třemi přitlačnými kluznými uhlíkovými kontakty (kartáči). Přes tyto uhlíkové

kartáče mohou být zapojeny do obvodu cívek rotoru činné odpory, které slouží k rozběhu nebo řízení otáček motoru. Přívody rotoru se třemi cívkami jsou označeny K,L,M (obr. 25) U motorů velkých výkonů může být rotor navinut jako dvoucívkový. Označení přívodů je pak K,L,Q.



Obr. 25 Motor s kroužkovou kotvou s trojfázovým vinutím kotvy a rezistory

Motor s kotvou kroužkovou (resp. kartáči) propojenými nakrátko pracuje na stejném principu jako motor s kotvou nakrátko. Při nehybném motoru působí stator s rotorem jako transformátor, ve kterém působí stator jako primární vinutí a rotor jako sekundární vinutí. Napětí naměřené takto při nehybném rotoru nazýváme klidové napětí rotoru. Při zapojení rotoru nakrátko vyvolá napětí indukované v rotoru proud. Magnetické pole statoru a proud rotoru vyvolají otáčivý moment a roztočí rotor. Klidové napětí rotoru a klidový proud rotoru jsou udávány na štítku motoru kvůli dimenzování rozběhových odporů. Otáčky motoru s kroužkovou kotvou se řídí rezistory v obvodu kotvy. Při provozu se zátěží a rezistorech zapojených v obvodu kotvy stoupne skluz, protože ztráta na rezistorech musí být krytá větším indukčním výkonem. Je-li možné rezistory stupňovitě nastavovat, je tak možné stupňovitě řídit otáčky motoru (obr. 26). Řízení otáček motoru s kroužkovou kotvou je možné při zatížení konstantním momentem.



Obr. 26 Řízení otáček motorů s kroužkovou kotvou připojováním rezistorů do obvodu kotvy

U motorů s kroužkovou kotvou velkých výkonů je snižování otáček pomocí rezistorů v trvalém provozu neekonomické pro velké tepelné ztráty. Namísto rezistorů je proto používána tzv. podsynchronní kaskáda složená z usměrňovače a měniče, která vrací elektrickou energii do sítě v podobě střídavého proudu sfázovaného se sítí 50 Hz.

Úkol k zamýšlení:

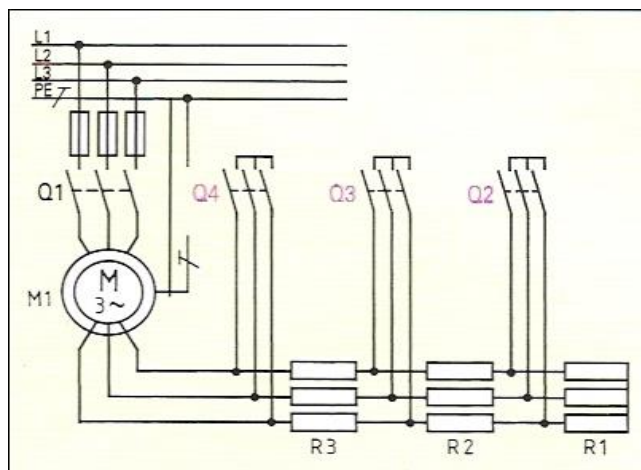
Zamyslete se, proč nejsou podsynchronní kaskády používány i u menších motorů.



Rozběh motoru s kroužkovou kotvou (rotorové spouštění)

Zařazením spouštěcích rezistorů do obvodu kotvy motoru s kroužkovou kotvou je možné výrazně omezit rozběhový proud. Kvůli velkému podílu činné složky proudu kotvy stoupá nejprve znatelně rozběhový moment. Momentová charakteristika je plošší, moment zvratu je posunut do oblasti rozběhu (obr. 26). Motory s kroužkovou kotvou vyvíjejí velký rozběhový moment při malém rozběhovém proudu. Mohou být spuštěny zatížené. Je-li během rozběhu stupňovitě zmenšován rozběhový odpor (obr. 27), může se motor při správném nastavení spouštěče měkce rozbíhat i velkým zatížením (obr. 28). Jsou tak odstraněny špičky rozběhového proudu. Motory s výkony nad 20kW mají většinou zařízení pro nadzvednutí kartáčů. Po rozběhu motoru jsou pomocí tyček kroužky zkratovány a současně jsou zvednuty kartáče. Motory s kroužkovou kotvou jsou vyráběny od 5kW do

500kW. Používají se jako pohony přečerpávacích čerpadel, drtičů kamene a velkých obráběcích strojů prostě všude tam, kde je zapotřebí motorů velkých výkonů a s těžkým rozběhem.



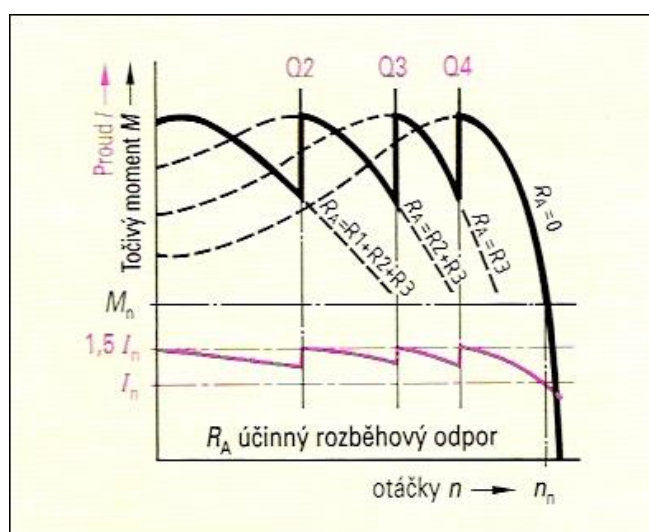
Obr. 27 Motor s kroužkovou kotvou s třístupňovými rozběhovými rezistory

Úkol k zamýšlení:

Pokuste se zopakovat, co se děje při postupné rozběhu motoru s kotvou kroužkovou, jak vypadá momentová charakteristika.



Zamyslete se, proč nemůžeme nahradit motor s kroužkovou kotvou stejně výkonově velkým motorem asynchronním s kotvou nakrátko.



Obr. 28 Točivý moment a rozběhový proud motoru s kroužkovou kotvou

Kontrolní otázky:

Jaký je rozdíl mezi motorem asynchronním s kotvou nakrátko a motorem s kroužkovou kotvou?



Co je klidové napětí a proud rotoru, k čemu jsou udávány na výrobním štítku motoru?

Dají se řídit otáčky motoru kroužkovou kotvou? A jestli ano, tak jakým způsobem?

Shrnutí:

Táto kapitola popisuje asynchronní motory s kotvou kroužkovou, jejich spouštění a řízení.



1.1.3 Motory s přepojovatelnými póly

V této kapitole se dozvíte:

- *princip změny otáček motorů pomocí přepínače počtu pólů,*
- *motory s odděleným statorovým vinutím,*
- *motory s děleným statorovým vinutím,*
- *čas potřebný na prostudování této kapitoly je 1 hod.*



Klíčová slova a pojmy k zapamatování:

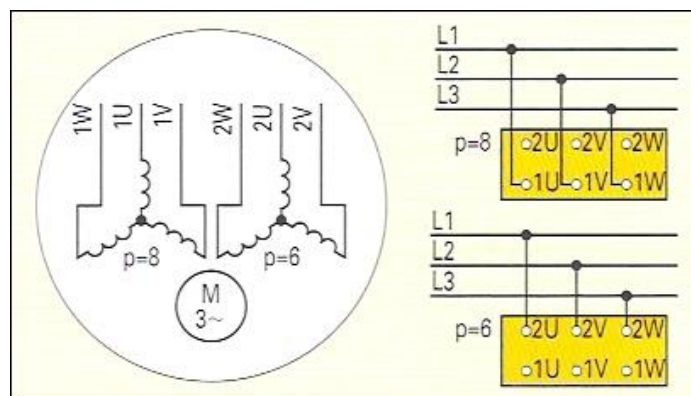
Dahlanderovo zapojení, trojúhelník - dvojitá hvězda.



Mění-li se počet pólů statoru, mění se otáčky točivého pole, a tím i otáčky rotoru.

Motor s oddělenými statorovými vinutími

Dvě oddělená statorová vinutí s rozdílnými počty pólů (obr. 29) umožňují dvoje otáčky, které mohou být v libovolném celočíselném poměru, např. 3:4.

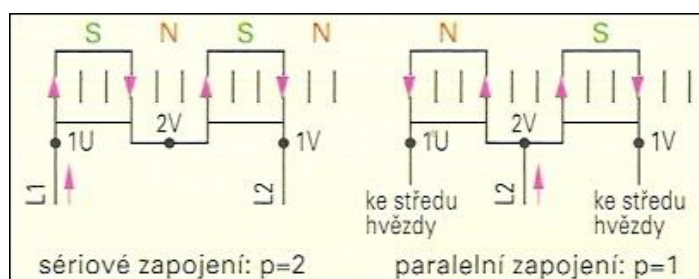


Obr. 29 Motor s přepojovatelnými póly se dvěma oddělenými statorovými vinutími

Točivý moment je při obojích otáčkách téměř stejný, jako výkony motoru jsou přibližně v poměru otáček. Na svorkovnici jsou zpravidla vyvedeny jen začátky vinutí.

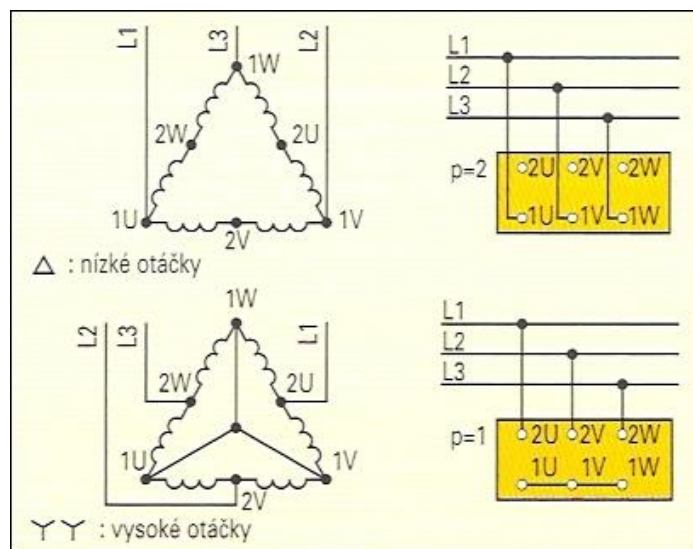
Motor s děleními vinutími statoru

Při děleném vinutí (Dahlanderovo zapojení) je každé vinutí statoru rozděleno odbočkou na dvě části. Přepínáním skupin (cívek) ze sériového na paralelní zapojení je totiž původní počet pólů snížen na polovinu - a tím se zdvojnásobí otáčky točivého pole statoru (obr. 30).



Obr. 30 Princip Dahlanderova zapojení (nakreslena jen jedna fáze)

Nejpoužívanější Dahlanderovo zapojení je zapojení trojúhelník-dvojitá hvězda (obr. 31). Sériové spojení částí vinutí znamená sdružení vinutí do trojúhelníku, při paralelním zapojení umožní sdružení do hvězdy snížením napětí zabránit vysoké indukci v oblasti drážek statoru. Tím je dosaženo pomocí zdvojnásobení otáček zvýšení výkonu přibližně jedenapůlkrát. Točivý moment zůstává v obou případech stejný.



Obr. 31 Motor s přepojovatelnými póly s Dahlanderovým vinutím (trojúhelník – dvojitá hvězda)

Kontrolní otázky:

Kdy se používají a jaké mají výhody motory s odděleným statorovým vinutím?



Kdy se používají a jaké mají výhody motory s děleným statorovým vinutím?

Shrnutí:

Kapitola popisuje změnu otáček asynchronních motorů s kotvou nakrátko pomocí přepojování pólu. Studenti si uvědomí, že změna otáček není plynulá, ale skoková.

