

**Točivé elektrické stroje -
Část 25: Návod pro navrhování a vlastnosti střídavých
motorů navržených speciálně
pro napájení z měničů**

ČSN
CLC/TS 60034 -25
35 0000

idt IEC TS 60034 -25:2007

Rotating electrical machines –
Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply

Machines électriques tournantes –
Partie 25: Guide pour la conception et les performances des moteurs c.a. spécialement conçus pour une alimentation par convertisseurs

Drehende elektrische Maschinen –
Teil 25: Leitfaden für den Entwurf und das Betriebsverhalten von Drehstrommotoren, die speziell für Umrichterbetrieb bemessen sind

Tato norma je českou verzí technické specifikace CLC/TS 60034 -25:2008. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the Technical Specification CLC/TS 60034 -25:2008. It was translated by Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN CLC/TS 60034 -25 (35 0000) ze září 2006.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Tato norma přejímá technickou specifikaci CLC/TS 60034-25:2008 vydanou v souladu s Vnitřními předpisy CEN/CENELEC, Část 2.

Převzetí TS do národních norem členů CEN/CENELEC není povinné a tato TS nemusí být na národní úrovni převzata jako normativní dokument.

Změny proti předchozím normám

Nová ČSN CLC/TS 60034 -25 má rozšířenou platnost na střídavé motory. Z této změny rozsahu platnosti plyne i změna názvu normy. Norma byla doplněna o článek 9.3 a kapitoly 10 až 16, obsahující ustanovení pro konkrétní druhy strojů napájené určitým typem měniče. Současně byly v těchto nových kapitolách doplněny obrázky 26 až 36. Do přílohy A byl doplněn článek A.2.5 pro paralelní provoz měniče, do přílohy B byly doplněny navíc obrázky B.3 a B.5.

Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60034-1 zavedena v ČSN EN 60034-1 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 1: Jmenovité údaje a vlastnosti

IEC 60034-2*) zavedena v ČSN EN 60034-2 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 2: Metody určování ztrát a účinnosti točivých elektrických strojů ze zkoušek (s výjimkou strojů pro trakční vozidla)

IEC 60034-6 zavedena v ČSN EN 60034-6 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 6: Způsoby chlazení (IC kód)

IEC 60034-9 zavedena v ČSN EN 60034-9 ed. 2 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 9: Mezní hodnoty hluku

IEC 60034-14 zavedena v ČSN EN 60034-14 ed. 2 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 14: Mechanické vibrace určitých strojů s výškou osy od 56 mm – Měření, hodnocení a mezní hodnoty mohutnosti vibrací

IEC/TS 60034-17:2006 nezavedena

IEC TR 61000-5-1 nezavedena

IEC TR 61000-5-2 nezavedena

IEC 61800-2 zavedena v ČSN EN 61800-2 (35 1720) Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 2: Všeobecné požadavky – Specifikace výkonu pro nízkonapěťové systémy střídavých výkonových pohonů s nastavitelným kmitočtem

IEC 61800-3 zavedena v ČSN EN 61800-3 ed. 2 (35 1720) Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 3: Požadavky EMC a specifické zkušební metody

IEC 61800-5-1 zavedena v ČSN EN 61800-5-1 ed. 2 (35 1720) Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 5-1: Bezpečnostní požadavky – Elektrické, tepelné a energetické

IEC 61800-5-2 zavedena v ČSN EN 61800-5-2 (35 1720) Systémy elektrických výkonových pohonů – Část 5-2: Funkční

Informativní údaje z IEC/TS 60034 -25:2007

Hlavním úkolem technických komisí IEC je vypracovat mezinárodní normy. Ve zvláštních případech mohou technické komise navrhnout vydání technické specifikace, jestliže

- nelze získat přes opakovanou snahu požadovanou podporu pro vydání mezinárodní normy, nebo
- předmět normy je stále ve stadiu technického vývoje, nebo kde je z jakéhokoliv jiného důvodu možnost

souhlasu s mezinárodní normou v budoucnu, nikoliv však okamžitě.

Technické specifikace podléhají do tří let od vydání revizi, aby se rozhodlo, zda mohou být převedeny na mezinárodní normy.

IEC 60034-25, která je technickou specifikací, vypracovala technická komise IEC 2: Točivé stroje.

Toto druhé vydání ruší a nahrazuje první vydání publikované v roce 2004.

Toto druhé vydání obsahuje následující podstatné technické změny ve srovnání s předcházejícím vydáním:

- a. nahrazení původního úvodu kratším úvodem;
- b. rozšíření rozsahu platnosti normy tak, aby byly zahrnuty všechny motory napájené z měničů, nejen asynchronní motory nízkého napětí;
- c. drobné změny v kapitolách 4 až 9;
- d. doplnění článků 4.3.4, 4.3.5, 5.4, 6.2.1, 8.6.3, 8.7 a 8.8, a obrázku 7;
- e. zahrnutí článků 4.4 a 4.5 do přílohy A;
- f. rozšíření původní přílohy A, která se stává přílohou B;
- g. nová verze kapitoly 5;
- h. změna označení 6.1.4 na 6.3;
- i. odstranění mezních hodnot hluku z textu normy;
- j. doplnění odkazu na IEC 60034-9;
- k. doplnění přílohy C.

Text této technické specifikace vychází z těchto dokumentů:

Návrh k vyjádření	Zpráva o hlasování
2/1406/DTR	2/1420A/RVC

Úplné informace o hlasování při schvalování této technické specifikace je možné nalézt ve zprávě o hlasování uvedené v tabulce.

Tato publikace byla vypracována v souladu se Směrnicemi ISO/IEC, Část 2.

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do výsledného data aktualizace uvedeného na internetové adrese IEC <http://webstore.iec.ch> v údajích o této publikaci. K tomuto datu bude publikace

- převedena na mezinárodní normu,
- znovu potvrzena,
- zrušena,
- nahrazena revidovaným vydáním, nebo
- změněna.

Související ČSN

ČSN IEC 60050-161 (33 4201) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 161: Elektromagnetická kompatibilita

ČSN IEC 60050-195 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 195: Uzemnění a ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN EN 60079 (33 2320) soubor Elektrická zařízení pro výbušnou plynnou atmosféru

ČSN EN 61800-4 (35 1720) Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 4: Všeobecné požadavky – Specifikace charakteristik pro systémy střídavých výkonových pohonů 1 kV až 35 kV

ČSN ISO 10816-3 (01 1412) Vibrace – Hodnocení vibrací strojů na základě měření na nerotujících částech – Část 3: Průmyslové stroje se jmenovitým výkonem nad 15 kW a jmenovitými otáčkami mezi 120 1/min a 15 000 1/min při měření in situ

ČSN EN 60027-4:2008 (33 0100) Písmenné značky používané v elektrotechnice – Část 4: Točivé elektrické stroje

Upozornění na národní poznámky

Do této normy byly ke kapitole 2 a 3, ke článkům 8.2.4, 11.2, 13.2, ke kapitole 14 a 15, k obrázkům 4, 5 a 21
a k Bibliografii doplněny informativní národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: Radka Horská, Elnormservis, IČ 16315251

Technická normalizační komise: TNK 129 Točivé elektrické stroje

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Viera Borošová

EVROPSKÁ NORMA CLC/TS 60034 -25

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM Prosinec 2008

ICS 29.160 Nahrazuje CLC/TS 60034 -25:2005

Točivé elektrické stroje -

**Část 25: Návod pro navrhování a vlastnosti střídavých motorů
navržených speciálně pro napájení z měničů
(IEC/TS 60034-25:2007)**

Rotating electrical machines -

Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors
specifically designed for converter supply
(IEC/TS 60034-25:2007)

Tato technická specifikace byla schválena CENELEC 2008-07-18.

Členové CENELEC jsou povinni oznámit existenci této TS stejným způsobem jako u EN a umožnit, aby TS byla v příslušné formě okamžitě dostupná. Je dovoleno, aby zůstaly v platnosti národní normy, které jsou s TS v rozporu.

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice

European Committee for Electrotechnical Standardization

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Ústřední sekretariát: avenue Marnix 17, B-1000 Brusel

© 2008 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. CLC/TS 60034 -25:2008 E

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

Předmluva

Text technické specifikace IEC/TS 60034-25:2007 vypracovaný IEC TC 2 Točivé stroje, byl v souladu s Vnitřními předpisy CEN/CENELEC, Část 2, článek 11.3.3.3 předložen k hlasování a CENELEC jej schválil jako CLC/TS 60034 -25 dne 2008-07-18.

Tato technická specifikace nahrazuje CLC/TS 60034 -25:2005.

CLC/TS 60034 -25:2008 obsahuje proti CLC/TS 60034 -25:2005 tyto význačné technické změny:

nová verze

- nahrazení původního úvodu kratším úvodem;
- rozšíření rozsahu platnosti normy tak, aby byly zahrnuty všechny motory napájené z měničů, nejen asynchronní motory nízkého napětí;
- drobné změny v kapitolách 4 až 9;
- doplnění článků 4.3.4, 4.3.5, 5.4, 6.2.1, 8.6.3, 8.7 a 8.8 a obrázku 7;
- zahrnutí článků 4.4 a 4.5 do přílohy A;
- rozšíření původní přílohy A, která se stala přílohou B;
- nová verze kapitoly 5;
- změna označení 6.1.4 na 6.3;
- odstranění mezních hodnot hluku z textu normy;
- doplnění odkazu na IEC 60034-9;
- doplnění přílohy C.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum oznámení existence CLC/TS na národní úrovni

(doa) 2009-01-18

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text technické specifikace IEC/TS 60034-25:2007 byl schválen CENELEC jako technická specifikace bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Předmluva 6

Úvod 11

- 1** Rozsah platnosti 11
- 2** Citované normativní dokumenty 11
- 3** Termíny a definice 12
- 4** Charakteristiky systému 14
 - 4.1** Všeobecně 14
 - 4.2** Informace o systému 14
 - 4.3** Úvahy týkající se momentu a otáček 14
 - 4.4** Požadavky na motor 18
- 5** Ztráty a jejich působení (u asynchronních motorů napájených z napěťových měničů) 20
 - 5.1** Všeobecně 20
 - 5.2** Lokalizace přídatných ztrát vyvolaných napájením z měničů a způsoby jejich omezení 20
 - 5.3** Charakteristické vlastnosti měniče zaměřené na snížení ztrát motoru 20
 - 5.4** Použití filtrů pro snížení přídatných ztrát motoru vyvolaných napájením z měničů 22
 - 5.5** Teplota a předpokládaná životnost 22
 - 5.6** Stanovení účinnosti motoru 22
- 6** Hluk, vibrace a torzní kmitání 23
 - 6.1** Hluk 23
 - 6.2** Vibrace (s výjimkou torzního kmitání) 25
 - 6.3** Torzní kmitání 26
- 7** Elektrická namáhání izolace motoru 26
 - 7.1** Všeobecně 26
 - 7.2** Příčiny 26
 - 7.3** Elektrické namáhání vinutí 28
 - 7.4** Omezení namáhání izolace 29
 - 7.5** Odpovědnost 29
 - 7.6** Charakteristiky měniče 30
 - 7.7** Metody pro omezení namáhání napětím 30
 - 7.8** Výběr motoru 31

8	Ložiskové proudy	31
8.1	Zdroje ložiskových proudů v motorech napájených z měničů	31
8.2	Vytváření vysokofrekvenčních ložiskových proudů	32
8.3	Souhlasný obvod	33
8.4	Rozptylové kapacity	33
8.5	Důsledky nadměrných ložiskových proudů	34
8.6	Zabránění poškození vysokofrekvenčním ložiskovým proudem	35
8.7	Další úvahy týkající se motorů napájených z vysokonapěťových napěťových měničů	37
8.8	Ochrana před ložiskovými proudy u motorů napájených z vysokonapěťových proudových měničů (I-měničů)	37
9	Instalace	38
9.1	Uzemnění, pospojování a kabeláž	38
9.2	Tlumivky a filtry	42
9.3	Integrované motory (integrováný motor a moduly pohonu)	44
		Strana
10	Další úvahy týkající se synchronních motorů s permanentními magnety (PM) napájených z napěťových měničů	45
10.1	Charakteristiky systému	45
10.2	Ztráty a jejich působení	45
10.3	Hluk, vibrace a torzní kmitání	45
10.4	Elektrická namáhání izolace motoru	45
10.5	Ložiskové proudy	45
10.6	Zvláštní aspekty týkající se permanentních magnetů	45
11	Další úvahy týkající se asynchronních motorů nakrátko napájených z vysokonapěťových napěťových měničů	46
11.1	Všeobecně	46
11.2	Charakteristiky systému	46
11.3	Ztráty a jejich působení	47
11.4	Hluk, vibrace a torzní kmitání	48

- 11.5** Elektrická namáhání izolace motoru 48
- 11.6** Ložiskové proudy 50
- 12** Další úvahy týkající se synchronních motorů napájených z napěťových měničů 50
 - 12.1** Charakteristiky systému 50
 - 12.2** Ztráty a jejich působení 50
 - 12.3** Hluk, vibrace a torzní kmitání 50
 - 12.4** Elektrická namáhání izolace motoru 50
 - 12.5** Ložiskové proudy 50
- 13** Další úvahy týkající se asynchronních motorů nakrátko napájených z blokových měničů s proudovým meziobvodem 50
 - 13.1** Charakteristiky systému 50
 - 13.2** Ztráty a jejich působení 51
 - 13.3** Hluk, vibrace a torzní kmitání 51
 - 13.4** Elektrická namáhání izolace motoru 52
 - 13.5** Ložiskové proudy 52
 - 13.6** Další úvahy týkající se šestifázových asynchronních motorů nakrátko 52
- 14** Další úvahy týkající se synchronních motorů napájených z LCI 52
 - 14.1** Charakteristiky systému 52
 - 14.2** Ztráty a jejich působení 53
 - 14.3** Hluk, vibrace a torzní kmitání 54
 - 14.4** Elektrická namáhání izolace motoru 54
 - 14.5** Ložiskové proudy 54
- 15** Další úvahy týkající se pulzních proudových měničů (PWM CSI) napájejících asynchronní motory 54
 - 15.1** Charakteristiky systému 54
 - 15.2** Ztráty a jejich působení 55
 - 15.3** Hluk, vibrace a torzní kmitání 55
 - 15.4** Elektrická namáhání izolace motoru 55
 - 15.5** Ložiskové proudy 55

16 Jiné systémy motor/měnič 55

16.1 Pohony napájené z cyklokonvertorů 55

16.2 Asynchronní stroje s kroužkovým rotorem napájené z proudových měničů v obvodu rotoru 56

16.3 Asynchronní stroje s kroužkovým rotorem napájené z napěťových měničů v obvodu rotoru 57

Strana

Příloha A (normativní) Charakteristiky měniče 58

Příloha B (informativní) Výstupní spektra měniče 62

Příloha C (informativní) Přírůstek hluku způsobený napájením z měničů 65

Bibliografie 66

Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace s jejich příslušnými evropskými normami 67

Obrázek 1 - Závislost momentu na otáčkách 15

Obrázek 2 - Výstupní proud měniče 15

Obrázek 3 - Charakteristiky závislosti výstupního napětí měniče na kmitočtu 17

Obrázek 4 - Příklad naměřených ztrát P_L v závislosti na kmitočtu f a typu napájení 21

Obrázek 5 - Přídavné ztráty DP_L motoru (stejný motor jako na obrázku 4) vyvolané napájením z měniče

jako funkce kmitočtu impulzů f_p při frekvenci otáčení 50 Hz 22

Obrázek 6 - Hluk ventilátoru v závislosti na otáčkách ventilátoru 23

Obrázek 7 - Režimy vibrací 24

Obrázek 8 - Typické rázové impulzy na svorkách motoru napájeného z měniče s PWM 26

Obrázek 9 - Typické napěťové rázové impulzy na jedné fázi měniče a na svorkách motoru (2 ms/dílek) 27

Obrázek 10 - Jednotlivý rázový impulz s krátkou dobou náběhu z obrázku 9 (1 ms/dílek) 27

Obrázek 11 - Definice doby náběhu t_r napětí na svorkách motoru 28

Obrázek 12 - Napětí na prvním závitu v závislosti na době náběhu impulzu 28

Obrázek 13 - Impulz výboje, k němuž dochází v důsledku napěťového rázového impulzu vytvářeného měničem

na svorkách motoru (100 ns/dílek) 29

Obrázek 14 - Omezující křivky impulzního napětí U_{pk} naměřeného mezi dvěma fázovými svorkami motoru

v závislosti na době náběhu impulzu t_r 30

- Obrázek 15 - Možné ložiskové proudy 32
- Obrázek 16 - Kapacity motoru 34
- Obrázek 17 - Důlková koroze ložiska způsobená elektrickým výbojem (průměr důlku 30 mm až 50 mm) 34
- Obrázek 18 - Drážkování ložiska způsobené nadměrným ložiskovým proudem 35
- Obrázek 19 - Pásek pro pospojování mezi svorkovnicí s kostou motoru 39
- Obrázek 20 - Příklady stíněných motorových kabelů a připojení motorů 40
- Obrázek 21 - Paralelní symetrické kabelové propojení vysokovýkonového měniče a motoru 40
- Obrázek 22 - Připojení měniče vysokofrekvenčními kabelovými hrdly v rozsahu 360° představující Faradayovu klec 41
- Obrázek 23 - Kabelová koncovka na motoru s připojením v rozsahu 360° 41
- Obrázek 24 - Připojení stínění kabelu 42
- Obrázek 25 - Charakteristiky preventivních opatření 44
- Obrázek 26 - Schéma typického trojúrovňového měniče 46
- Obrázek 27 - Výstupní napětí a proud z typického trojúrovňového měniče 47
- Obrázek 28 - Typické napětí prvního závitu DU (jako procento napětí proti zemi) v závislosti na du/dt 48
- Obrázek 29 - Izolační materiály a materiály proti namáhání napětím u tvarovaných cívek na střední a vysoké napětí 49
- Obrázek 30 - Schéma blokového měniče s proudovým meziobvodem 50
- Obrázek 31 - Tvary vlny proudu a napětí blokového měniče s proudovým meziobvodem 51
- Obrázek 32 - Schéma a tvary vlny napětí a proudu u synchronního motoru napájeného z proudového měniče 53
- Obrázek 33 - Schéma pulzního proudového měniče 54
- Obrázek 34 - Napětí a proudy pulzního proudového měniče 54
- Obrázek 35 - Schéma cyklokonvertoru 55
- Obrázek 36 - Tvary vlny napětí a proudu cyklokonvertoru 56
- Obrázek A.1 - Vlivy spínacího kmitočtu na ztráty v motoru a v měniči 60
- Obrázek A.2 - Vlivy spínacího kmitočtu na akustický hluk 60

Obrázek A.3 – Vlivy spínacího kmitočtu na zvlnění momentu 60

Obrázek B.1 – Typická kmitočtová spektra výstupního napětí měniče 62

Obrázek B.2 – Typická kmitočtová spektra výstupního napětí měniče 62

Obrázek B.3 – Typická spektra výstupního napětí měniče 63

Obrázek B.4 – Typické časové charakteristiky proudu motoru 63

Obrázek B.5 – Typické časové charakteristiky proudu motoru 64

Tabulka 1 – Abecední seznam termínů 12

Tabulka 2 – Významné faktory ovlivňující závislost momentu na otáčkách 16

Tabulka 3 – Kritéria návrhu motoru 18

Tabulka 4 – Parametry motoru 19

Tabulka 5 – Účinnost opatření proti ložiskovým proudům 36

Tabulka C.1 – Přírůstek hluku 65

Úvod

Provozní charakteristiky a pracovní údaje motorů napájených z měničů jsou ovlivňovány celým systémem pohonu, který zahrnuje napájecí síť, měnič, kabeláž, motor, mechanické hřídelové vedení a řídicí zařízení. Každá z těchto součástí existuje v četných technických variantách. Veškeré hodnoty uváděné v této technické specifikaci jsou tedy pouze indikativní.

Vzhledem ke složitým technickým vzájemným vztahům v rámci systému a k rozmanitosti pracovních podmínek je stanovení numerických nebo mezních hodnot pro všechny veličiny, které jsou důležité pro návrh systému pohonu mimo možný rozsah platnosti a předmět této technické specifikace.

Ve stále větším měřítku je obvyklé, že systémy pohonů sestávají ze součástí vyráběných různými výrobci. Tato technická specifikace má vysvětlit, pokud je to možné, vliv těchto součástí na návrh motoru a jeho provozní charakteristiky.

Tato technická specifikace pojednává o střídavých motorech, které jsou navrženy speciálně pro napájení z měničů. Na motory napájené z měničů v rozsahu platnosti IEC 60034 -12, které jsou navrženy původně pro napájení ze sítě, se vztahuje IEC 60034 -17.

V kapitolách 5 až 9 této technické specifikace jsou uvažovány hlavně požadavky na asynchronní motory nízkého napětí napájené z napěťových měničů (z U-měničů). V kapitolách 10 až 16 jsou uvedeny doplňující informace pro jiné konfigurace.

1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60034 popisuje charakteristické rysy návrhu a provozní charakteristiky střídavých motorů navržených speciálně pro používání při napájení z měničů. Norma také specifikuje jako součást systému výkonového pohonu parametry rozhraní a vzájemné působení mezi motorem a měničem, včetně návodu pro instalaci.

Pro motory, které jsou v rozsahu platnosti této technické specifikace, platí také všeobecné požadavky uvedené v příslušných částech souboru norem IEC 60034.

POZNÁMKA 1 Pro motory, které pracují v potenciálně výbušné atmosféře, platí doplňující požadavky popsané v souboru IEC 60079.

POZNÁMKA 2 Tato technická specifikace se nezabývá primárně bezpečností. Některá z jejích doporučení však mohou mít dopad na bezpečnost, která má být považována za nezbytnou.

POZNÁMKA 3 Pokud výrobce měniče poskytne konkrétní doporučení pro instalaci, tato doporučení mají mít přednost před doporučeními uvedenými v této technické specifikaci.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN v anglickém jazyce.