

Výkonové transformátory - Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů	ČSN IEC 60076-7  35 1001
---	-----------------------------------

Power transformers - Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers

Transformateurs de puissance - Partie 7: Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy IEC 60076-7:2005. Překlad byl zajištěn Českým normalizačním institutem. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the International Standard IEC 60076-7:2005. It was translated by the Czech Standards Institute. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN IEC 354 (35 1106) z května 1997.



© Český normalizační institut, 2007  
Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány  
a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

77541

Hlavním důvodem vydání normy IEC 60076-7 (ČSN IEC 60076-7:2007), která nahrazuje původní IEC 354 (ČSN IEC 354:1997), byly nové poznatky o teplotních poměrech ve vinutích a na přilehlých konstrukcích, které byly získány na základě přesnějšího mapování teplotních poměrů pomocí stále se zvyšujícího využívání optických vláknových senzorů. Tyto senzory poskytují velmi přesný nástroj pro studování teplotních poměrů ve výkonových transformátorech při skokových změnách zatěžovacích proudů. V úvodním textu této normy jsou zmíněny rozdíly mezi tzv. olejovým exponentem a exponentem vinutí.

Tato norma podává doporučení pro limity přípustných zatížení vyplývající z výsledku výpočtů teplot nebo experimentálních měření při různých typech provozního zatížení. Úvahy a doporučení se vztahují na všechny tři druhy výkonových transformátorů, tedy na distribuční transformátory, transformátory středního výkonu a transformátory velkého výkonu.

Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60076-2:1993 zavedena v ČSN EN 60076-2:1999 (35 1002) Výkonové transformátory - Část 2: Oteplení (idt EN 60076-2:1997, mod IEC 76-2:1993)

IEC 60076-4:2002 zavedena v ČSN EN 60076-4:2003 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 4: Průvodce zkouškami atmosférickým a spínacím napětím - Výkonové transformátory a tlumivky

(idt EN 60076-4:2002, idt IEC 60076-4:2002)

IEC 60076-5:2000 zavedena v ČSN EN 60076-5:2001 (35 1005) Výkonové transformátory - Část 5: Zkratová odolnost (idt EN 60076-5:2000, idt IEC 60076-5:2000)

Obdobné mezinárodní normy

IEC 60076-7:2005 Power transformers - Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers  
(*Výkonové transformátory - Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů*)

Upozornění na národní poznámky

Do normy ke kapitole 4 a k článku B.6 byly doplněny informativní národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: IČ 14927021, Ing. Leoš Valenta, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 97 Elektroenergetika

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Jiří Holub

Strana 3

## Předmluva

.....  
..... 5

## Úvod

.....  
..... 7

**1** Rozsah  
použití

.....  
..... 8

**2** Citované normativní  
dokumenty

..... 8

**3** Termíny a  
definice

.....  
..... 8

**4** Značky a  
zkratky

.....  
..... 10

**5** Vliv zatížení nad jmenovitý štítkový  
výkon.....

..... 12

**5.1**

## Úvod

.....  
..... 12

**5.2** Všeobecné  
následky

.....  
..... 12

**5.3** Vlivy a rizika krátkodobého nouzového  
zatížení.....

..... 12

**5.4** Vlivy dlouhodobého nouzového  
zatížení.....

..... 13

**5.5** Velikost  
transformátoru

.....

...	13
<b>5.6</b> Izolační papír netepelně a tepelně zpracovaný.....	14
<b>6</b> Relativní rychlost stárnutí a doba života transformátorové izolace.....	15
<b>6.1</b> Všeobecně ..... .....	15
<b>6.2</b> Relativní rychlost stárnutí ..... .....	15
<b>6.3</b> Výpočet zkrácení životnosti ..... .....	16
<b>6.4</b> Životnost izolace ..... .....	16
<b>7</b> Omezení ..... .....	17
<b>7.1</b> Proudová a teplotní omezení .....	17
<b>7.2</b> Zvláštní omezení pro distribuční transformátory.....	17
<b>7.3</b> Zvláštní omezení pro transformátory středního výkonu.....	18
<b>7.4</b> Zvláštní omezení pro transformátory velkého výkonu.....	18
<b>8</b> Stanovení teplot ..... .....	19
<b>8.1</b> Oteplení hot-spot v ustáleném stavu.....	19

<b>8.2</b>	Teploty v horní vrstvě oleje a hot-spot při proměnné okolní teplotě a podmínkách zatížení.....	24
<b>8.3</b>	Okolní teplota .....	27
<b>9</b>	Vliv přepínačů odboček .....	29
<b>9.1</b>	Všeobecně .....	29
<b>9.2</b>	Ztráty nakrátko .....	29
<b>9.3</b>	Poměr ztrát .....	30
<b>9.4</b>	Činitel zatížení .....	30
<b>Příloha A</b>	(informativní) Výpočet časové konstanty vinutí a oleje.....	31
<b>Příloha B</b>	(informativní) Praktický příklad metody exponenciálních rovnic.....	32

<b>Příloha C</b>	(informativní) Názorný příklad metody řešení diferenciálních rovnic.....	36
<b>Příloha D</b>	(informativní) Sí»ový graf pro příklad uvedený v příloze B.....	44
<b>Příloha E</b>	(informativní) Příklad výpočtu a prezentace údajů přetížení.....	46

## Bibliografie

.....	50
Obrázek 1 - Zrychlené stárnutí utěsněné trubice v minerálním oleji při 150 °C.....	14
Obrázek 2 - Tepelný diagram .....	20
Obrázek 3 - Místní oteplení nad teplotu okolního vzduchu ve vinutí 120 kV při činiteli zatížení 1,6.....	21
Obrázek 4 - Místní oteplení nad teplotu okolního vzduchu ve vinutí 410 kV při činiteli zatížení 1,6.....	21
Obrázek 5 - Dva senzory s optickými vlákny instalovanými na rozpěrce před její instalací do vinutí 120 kV.....	22
Obrázek 6 - Zig-zag chlazené vinutí, v němž vzdálenost mezi všemi sekcemi disků je stejná a podložka usměrňující tok je instalována v prostoru mezi diskovými sekcemi.....	23
Obrázek 7 - Pohled shora na sekci obdélníkového vinutí se „sesutým uspořádáním kanálů“ pod jhem.....	23
Obrázek 8 - Odezvy teploty na skokové změny proudu zatížení.....	24
Obrázek 9 - Funkce $f_2(t)$ vytvořené hodnotami uvedenými v tabulce 5.....	26
Obrázek 10 - Blokový diagram reprezentující diferenciální rovnice.....	27
Obrázek 11 - Hlavní ztráty jako funkce polohy odbočky.....	30
Obrázek B.1 - Odezva teploty hot-spot na stupňovité změny zatěžovacího proudu.....	34
Obrázek B.2 - Odezva teploty oleje v horní vrstvě na stupňovité změny zatěžovacího proudu.....	35
Obrázek C.1 - Znázorněné vstupní údaje pro uvedený příklad.....	40
Obrázek C.2 - Znázorněné výstupní údaje pro uvedený příklad.....	43
Obrázek E.1 - Velké výkonové transformátory s chlazením OF: přípustné zatížení pro normální	

stárnutí.....	49
Tabulka 1 - $\alpha$ ivotnost papíru v různých podmínkách.....	15
Tabulka 2 - Relativní rychlost stárnutí v důsledku teploty hot-spot.....	16
Tabulka 3 - $\alpha$ ivotnost izolace dobře vysušeného, bezkyslíkatého, tepelně upraveného izolačního systému při referenční teplotě 110 °C.....	16
Tabulka 4 - Meze proudu a teplot použitelné při zatížení nad jmenovitý štítkový výkon.....	17
Tabulka 5 - Doporučené teplotní charakteristiky pro exponenciální vztahy.....	26
Tabulka 6 - Korekce na nárůst okolní teploty v důsledku krytu.....	29
Tabulka B.1 - Stupně zatížení transformátoru 250 MVA.....	32
Tabulka B.2 - Teploty na konci každého zatěžovacího stupně.....	35
Tabulka C.1 - Vstupní údaje pro uvedený příklad.....	39
Tabulka C.2 - Výstupní údaje pro uvedený příklad.....	42
Tabulka E.1 - Příklad významných znaků souvisejících s přetížitelností transformátorů.....	46
Tabulka E.2 - Příklad tabulky přípustných zatížení a odpovídajících denních ztrát života (v „normálních“ dnech) a maximální hot-spot oteplení v průběhu zatěžovacího cyklu.....	48

## Předmluva

1) IEC (Mezinárodní elektrotechnická komise) je celosvětovou normalizační organizací zahrnující všechny národní elektrotechnické komitety (národní komitety IEC). Cílem IEC je podporovat mezinárodní spolupráci ve všech otázkách, které se týkají normalizace v oblasti elektrotechniky a elektroniky. Za tím účelem, kromě jiných činností, IEC vydává mezinárodní normy, technické specifikace, technické zprávy, veřejně přístupné specifikace (PAS) a příručky (dále označovány jako „publikace IEC“). Jejich příprava je svěřena technickým komisím; každý národní komitét IEC, který se zajímá o projednávaný

předmět, se může těchto přípravných prací zúčastnit. Mezinárodní vládní i nevládní organizace, s nimiž IEC navázala pracovní styk se této přípravou rovněž zúčastňují. IEC úzce spolupracuje s Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO) v souladu s podmínkami dohodnutými mezi těmito dvěma organizacemi.

2) Oficiální rozhodnutí nebo dohody IEC týkající se technických otázek vyjadřují v největší možné míře mezinárodní shodu v názoru na předmět, kterého se týkají, protože v každé technické komisi jsou zastoupeny všechny zainteresované národní komitety.

3) Publikace IEC mají formu doporučení pro mezinárodní použití a v tomto smyslu jsou přijímány národními komitety IEC. I když je věnováno velké úsilí na to, aby byl technický obsah IEC publikací přesný, IEC nemůže být odpovědná za způsob, jakým jsou používány nebo za jakoukoliv chybnou interpretaci uživatelem.

4) Na podporu mezinárodního sjednocení národní komitety IEC přebírají publikace IEC transparentně v maximální možné míře do svých národních a regionálních publikací. Každý rozdíl mezi publikací IEC a odpovídající národní nebo regionální publikací musí být v této publikaci jasně vyznačen.

5) IEC nemá žádný postup týkající se vyznačování schválení a nenesе žádnou odpovědnost za prohlášení o shodě předmětu s některou jeho publikací.

6) Všichni uživatelé se mají ujistit, že mají poslední vydání této publikace.

7) IEC ani její řídicí pracovníci, zaměstnanci, pomocné síly nebo zástupci včetně samostatných expertů a členů technických komisí a národních komisí IEC neodpovídají za jakékoliv zranění osob, poškození majetku nebo poškození čehokoliv, a» už přímé nebo nepřímé, nebo za náklady (včetně právních poplatků) a výdaje spojené s publikací, používáním a spoléháním se na tuto publikaci IEC nebo jiné publikace IEC.

8) Je věnována pozornost normativním odkazům citovaným v této publikaci. Používání citovaných publikací je nezbytné ke správnému používání této publikace.

9) Upozorňuje se na možnost, že některé prvky této publikace IEC mohou být předmětem patentových práv. IEC nelze činit odpovědnou za identifikaci libovolného patentového práva nebo všech takových patentových práv.

Mezinárodní norma IEC 60076-7 byla připravena IEC technickou komisí 14: Výkonové transformátory.

Tato norma ruší a nahrazuje IEC 60354 vydanou v roce 1991. Toto první vydání představuje technickou revizi materiálu uvedeného v IEC 60354. Podrobnosti změn jsou uvedeny v úvodu.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
14/512/FDIS	14/520/RVD

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

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

IEC 60076 sestává z následujících částí, pod hlavním názvem *Výkonové transformátory*:

Část 1: Všeobecně

Část 2: Oteplení

Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti

Část 4: Průvodce zkouškami atmosférickým a spínacím impulzním napětím - Výkonové transformátory a tlumivky



Část 5: Zkratová odolnost

Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů

Část 8: Pokyny pro použití

Část 10: Stanovení hladin hluku

Část 11: Suché transformátory

Strana 6

---

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do konečného data vyznačeného na internetové adrese IEC „<http://webstore.iec.ch>“ v termínu příslušejícímu dané publikaci. K tomuto datu bude publikace

- znovu potvrzena;
  - zrušena;
  - nahrazena revidovaným vydáním, nebo
  - změněna.
- 

**-- Vynechaný text --**