

	Suché výkonové transformátory	ČSN EN 60726 35 1112
---	-------------------------------	--------------------------------

mod IEC 726:1982 + IEC 726:1982/A1:1986

Dry-type power transformers

Transformateurs de puissance de type sec

Trockentransformatoren

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60726:2003. Evropská norma EN 60726:2003 má status české technické normy.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60726:2003. The European Standard EN 60726:2003 has status of the Czech standard.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN 35 1112 z října 2000.

© Český normalizační institut,
2003

Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány
a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

68638

Změny proti předchozí normě

Tato norma obsahuje mimo původního textu ČSN 35 1112:2000 modifikace a přílohy připravené CENELEC.

Citované normy

IEC 60050 zavedena v ČSN IEC 50 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník

IEC 60071 soubor zaveden v ČSN EN 60071 (33 0419) Koordinace izolace

IEC 60076-1 zavedena v ČSN EN 60076-1 + A11 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 1: Všeobecně (idt EN 60076-1:1997; idt EN 60076-1/A11:1997; idt IEC 76-1:1993)

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

IEC 60076-3 zavedena v ČSN EN 60076-3 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti (idt EN 60076-3:2001; idt IEC 60076-3:2000, idt IEC 60076-3:2000/Cor.:2000)

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

IEC 60084 nezavedena, zrušena bez náhrady 1990

IEC 60085:1984 zavedena v ČSN 33 0250:1988 Elektrotechnické predpisy. Triedy teplotnej odolnosti elektrickej izolácie (eqv IEC 85:1984, eqv HD 566 S1:1990)

IEC 60119 nezavedena

IEC 60146 soubor zaveden v ČSN EN 60146 (35 1530) Polovodičové měniče - Všeobecné požadavky a měniče se síťovou komutací

IEC 60185:1987 nahrazena IEC 60044-1:1996 zavedenou v ČSN EN 60044-1:2001 (35 1358) Přístrojové transformátory - Část 1: Transformátory proudu (idt EN 60044-1:1999, mod IEC 44-1:1996)

IEC 60186:1987 nahrazena IEC 60044-2:1997 zavedenou v ČSN EN 60044-2:2001 (35 1358) Přístrojové transformátory - Část 2: Induktivní transformátory napětí (idt EN 60044-2:1999, mod IEC 60044-2:1997)

IEC 60270 zavedena v ČSN EN 60270 (34 5641) Technika zkoušek vysokým napětím - Měření částečných výbojů (idt EN 60270:2001, idt IEC 60270:2000)

IEC 60529 zavedena v ČSN EN 60529 (33 0330) Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód) (idt EN 60529:1991, idt IEC 529:1989)

IEC 60551 nahrazena IEC 60076-10 zavedenou v ČSN EN 60076-10 (35 1089) Výkonové transformátory - Část 10: Stanovení hladin hluku (idt EN 60076-10:2001, idt IEC 60076-10:2001)

Obdobné mezinárodní normy

IEC 726:1982 Dry-type power transformers

Porovnání EN 60726:2003 s IEC 726:1982

Tato evropská norma modifikovaně přejímá mezinárodní normu IEC 726:1982 a její změnu IEC 726:1982/A1:1986.

Modifikace se týkají kapitol 1, 2, 4, 8, 10, 19, 20, 21, Z1, Z2, Z3, oddílu 6, kapitol Z4, Z5, oddílu 7, kapitoly 30, příloh B, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE a bibliografie.

Modifikace jsou označeny svislou čarou po levém okraji.

Informativní údaje z IEC 726:1982

Tato norma byla připravena technickou komisí IEC TC 14: Výkonové transformátory.

První návrh byl projednán na zasedání v Helsinkách v roce 1977. Výsledek tohoto zasedání, návrh dokumentu 14(CO)46 byl předložen národním komisím ke schválení podle pravidla šesti měsíců v lednu 1979.

Změny, dokument 14(CO)53, byly předloženy národním komisím ke schválení podle pravidla dvou měsíců v srpnu 1980.

Strana 3

Informativní údaje z IEC 726:1982/A1:1986

Tato změna byla připravena technickou komisí IEC TC 14: Výkonové transformátory.

Text této změny vychází z těchto dokumentů:

Pravidlo šesti měsíců	Zpráva o hlasování
14(CO)61	14(CO)64

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

Souvisící ČSN

ČSN EN 60076-1:1999 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 1: Všeobecně (idt EN 60079-1:1997, idt IEC 76-1:1993)

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

ČSN EN 60076-3:2001 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti (idt EN 60076-3:2000, idt IEC 60076-3:2000)

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

Upozornění na národní poznámky

Do normy byly ke kapitole 4 a článku B.2 přílohy B doplněny informativní národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: EGÚ Laboratoř vvn, a.s., 190 11 Praha 9 - Běchovice, IČO 25634330, Ing. Leoš Valenta, CSc.,
Ing. Jaroslav Vokálek, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 97 Elektroenergetika

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Jiří Holub

Strana 4

Prázdná strana

Strana 5

EVROPSKÁ NORMA EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM	EN 60726 Leden 2003
---	------------------------

ICS 29.180 Nahrazuje HD 464 S1:1988 + A2:1991 + A3:1992 + A4:1995 +
A5:2002

Suché výkonové transformátory
(IEC 60726:1982 + A1:1986, modifikovaná)
Dry-type power transformers
(IEC 60726:1982 + A1:1986, modified)

Transformateurs de puissance de type sec (CEI 60726:1982 + A1:1986, modifiée)	Trockentransformatoren (IEC 60726:1982 + A1:1986, modifiziert)
--	---

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2002-11-01. Členové CENELEC jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Ústředním sekretariátu nebo u kteréhokoliv člena CENELEC.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CENELEC do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

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

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice

European Committee for Electrotechnical Standardization

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Ústřední sekretariát: rue de Stassart 35, B-1050 Brusel

© 2003 CENELEC. Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN

60726:2003 E

Strana 6

Předmluva

Text mezinárodní normy IEC 60726:1982 a její změny 1:1986 vypracovaný v technické komisi IEC TC 14, Výkonové transformátory spolu se společnými modifikacemi připravenými technickou komisí CENELEC TC 14, Výkonové transformátory byl schválen CENELEC jako HD 464 S1 dne 1988-06-28.

Tento Harmonizační dokument spolu s jeho změnami A1 až A5 byl předložen k formálnímu hlasování pro přeměnu na evropskou normu a byl schválen CENELEC jako EN 60726 dne 2002-11-01.

Tato evropská norma nahrazuje HD 464 S1:1988 + A2:1991 + A3:1992 + A4:1995 + A5:2002.

Jakmile bude norma IEC 60076-11 schválena CENELEC, bude tento dokument odvolán.

Společné modifikace označené v tomto dokumentu odpovídají těm, které jsou obsaženy v HD 464 S1:1988 s dodatečnými menšími modifikacemi.

Odkazy na kapitoly, články, poznámky, obrázky a přílohy, které jsou doplněním těch v IEC 60726, jsou předznamenány písmenem Z.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni
vydáním identické národní normy nebo vydáním
oznámení o schválení EN k přímému používání
jako normy národní (dop) 2003-11-01
- nejzazší datum zrušení národních norem,
které jsou s EN v rozporu (dow) -

Přílohy označené jako „normativní“ jsou součástí této normy.

Přílohy označené jako „informativní“ jsou určeny pouze pro informaci.

V této normě přílohy A, B, ZA, ZB, ZC a ZE jsou normativní a příloha ZD je informativní.

Přílohy ZA, ZB, ZC, ZD a ZE doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60726:1982 a jeho změna 1:1986 byl schválen CENELEC jako evropská norma s dohodnutými společnými modifikacemi.

Strana 7

Obsah

Strana

Oddíl jedna -
Všeobecně

.....	
9	
1 Rozsah platnosti	
.....	
9	
2 Provozní podmínky	
.....	9
3 Definice	
.....	
..... 10	
4 Odbočky	
.....	
..... 11	
5 Zapojení	
.....	
..... 11	
6 Zkratová odolnost	
.....	
11	
Oddíl dvě - Jmenovité údaje.....	

11	
7	Jmenovité hodnoty..... 11
8	©títky..... 12
	Oddíl tři - Metody chlazení a oteplení..... 12
9	Označení podle metody chlazení..... 12
10	Meze oteplení..... 13
	Oddíl čtyři - Izolační hladiny..... 15
11	Izolační hladiny..... 15
	Oddíl pět - Zkoušky..... 15
12	Všeobecné požadavky na zkoušky..... 15
13	Měření odporu vinutí (výrobní kusová zkouška)..... 16
14	Měření převodu a kontrola vektorů (výrobní kusová zkouška)..... 16
15	Měření napětí nakrátko (hlavní odbočka), impedance nakrátko a ztrát nakrátko (výrobní kusová zkouška).... 16
16	Měření proudu a ztrát naprázdno (výrobní kusová zkouška)..... 16
17	Zkouška přiloženým výdržným napětím (výrobní kusová zkouška)..... 16

18	Zkouška indukovaným výdržným napětím (výrobní kusová zkouška).....	16
19	Zkouška atmosférickým impulzem (typová zkouška).....	16
20	Měření částečných výbojů.....	17
21	Oteplovací zkouška (typová zkouška).....	19
22	Měření hladiny hluku (zvláštní zkouška).....	20
23	Zkratová zkouška (zvláštní zkouška).....	20
Z1	Zkouška tepelným šokem (zvláštní zkouška).....	21
Z2	Zkouška na prostředí (zvláštní zkouška).....	21
Z3	Zkouška hořlavosti (zvláštní zkouška).....	21
24	Tolerance	21
	Oddíl šest - Kryty a požadavky bezpečnosti.....	21
25	Stupně ochrany kryty.....	21
Z4	Ochrana před přímým dotykem.....	21
Z5	Uzemňovací svorka	21
	Oddíl sedm - Různé	21
30	Elektromagnetická kompatibilita (EMC).....	21

Příloha A (normativní) Informace vyžadované při poptávce a objednavce.....	22
Příloha B (normativní) Klimatické třídy, třídy prostředí a třídy hořlavosti.....	24
Příloha ZA (normativní) Zvláštní zkoušky pro třídy prostředí.....	26

Strana 8

Strana

Příloha ZB (normativní) Zvláštní zkoušky pro klimatické třídy.....	28
Příloha ZC (normativní) Zvláštní zkoušky k prověření vhodnosti chování při hořlavosti třídy F1.....	30
Příloha ZD (informativní) Instalace a bezpečnost suchých transformátorů.....	36
Příloha ZE (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace.....	38
Bibliografie	
.....	
.....	39

Strana 9

Oddíl jedna - Všeobecně

1 Rozsah platnosti

Tato norma se vztahuje na suché výkonové transformátory (včetně autotransformátorů), které mají nejvyšší napětí pro zařízení do 36 kV včetně.

Následující malé a speciální suché transformátory nejsou obsaženy v této normě:

- jednofázové transformátory s výkonem menším než 1 kVA a vícefázové transformátory s výkonem menším než 5 kVA;
- transformátory, které nemají žádné vinutí se jmenovitým napětím U_r vyšším než 1 000 V;
- přístrojové transformátory (jsou obsaženy v IEC 185: Transformátory proudu a IEC 186: Transformátory napětí);

- transformátory pro statické konvertory (jsou obsaženy v IEC 84: Doporučení pro rtu»ové usměrňovače, IEC 119: Doporučení pro polykrystalové polovodičové usměrňovací sloupce a zařízení a IEC 146: Polovodičové měniče);
- startovací transformátory;
- zkušební transformátory;
- trakční transformátory montované na vozidlech;
- nevýbušné a důlní transformátory;
- svařovací transformátory;
- regulační transformátory;
- malé výkonové transformátory se speciálními bezpečnostními podmínkami.

POZNÁMKA Pokud neexistuje norma IEC pro výše uvedené transformátory nebo pro jiné speciální transformátory, může se tato norma pro ně použít celá nebo její část.

S vydáním této normy se požadavky IEC 76 použijí pouze v tom rozsahu, jak je uvedeno v této normě.

Pokud se uvádí odvolávky na zvláštní kapitoly nebo články různých částí IEC 76, jde o tato vydání:

76-1, 76-2, 76-4, 76-5:1976.

76-3:1980.

2 Provozní podmínky

2.1 Normální provozní podmínky

Tato norma uvádí podrobné požadavky na transformátory pracující v těchto podmínkách:

a) Nadmořská výška:

Výška nad hladinou moře nepřevyšuje 1 000 m (3 300 stop).

POZNÁMKA Pro vyšší nadmořské výšky viz článek 2.2.

b) Teplota chladicího vzduchu:

Nikdy nepřesáhne 40 °C a nebude nikdy nižší než:

-25 °C v případě venkovních transformátorů;

-5 °C v případě vnitřních transformátorů.

POZNÁMKA Jak venkovní tak i vnitřní typy suchých transformátorů mohou být přepravovány a uskladněny při okolních teplotách pod -25 °C.

Dále teplota okolního vzduchu nikdy nepřesáhne tyto hodnoty:

30 °C v průměru kterýkoliv den;

20 °C v průměru kterýkoliv rok.

POZNÁMKA Pro vyšší teploty viz článek 2.2.

c) Tvar napájecího napětí:

Napájecí napětí, jehož tvar je přibližně sinusový.

d) Symetrie vícefázového napájecího napětí:

Pro vícefázové transformátory, jejichž napájecí napětí je přibližně symetrické.

2.2 Ustanovení pro neobvyklé provozní podmínky

Odběratel musí ve své poptávce výslovně uvést provozní podmínky, které se liší od podmínek uvedených v článku 2.1 (viz přílohu B).

Dodatečné požadavky v definovaných mezích pro provoz a zkoušení transformátorů určených pro jiné než normální provozní podmínky uvedené v článku 2.1 takové, jako je vysoká teplota chladicího vzduchu nebo výška převyšující 1 000 m jsou uvedeny v článcích 10.2, 10.3 a 11.2.

Pro teplotní podmínky, které přesahují meze dodatečných požadavků a zvláštních provozních podmínek, například omezená cirkulace chladicího vzduchu, musí být oteplení předmětem dohody mezi výrobcem a odběratelem.

3 Definice

Pro potřeby této normy jsou uvedeny následující definice. Jiné použité termíny mají významy popsané v IEC 76-1: Výkonové transformátory - Část 1: Všeobecně nebo v IEC 50: Mezinárodní elektrotechnický slovník (IEV).

3.1

suchý transformátor (*dry-type transformer*)

transformátor, u něhož magnetický obvod a vinutí nejsou ponořeny v izolační kapalině

POZNÁMKA Chlazení suchého transformátoru může být přirozené, přirozené/nucené nebo nucené (viz kapitola 9).

3.1.1

suchý transformátor se zalitým vinutím (*encapsulated-winding dry-type transformer*)

suchý transformátor, který má jedno nebo více vinutí s izolací vytvořenou z pevného izolačního materiálu, zapouzdřených v pevné izolaci

3.1.2

suchý transformátor s nezalitým vinutím (*non-encapsulated-winding dry-type transformer*)

suchý transformátor, jehož žádné vinutí nemá izolaci z pevného izolačního materiálu

3.2 Termíny týkající se nádoby suchého transformátoru

3.2.1

hermetizovaný suchý transformátor (*sealed dry-type transformer*)

suchý transformátor, který je obklopen vzduchem nebo plynem v uzavřené ochranné nádobě tak konstruované, že nemůže dojít k významné výměně mezi jejím obsahem a vnější atmosférou

POZNÁMKA Plyn v takto utěsněném transformátoru zůstává v plynném stavu za všech provozních podmínek transformátoru.

3.2.2

úplně uzavřený suchý transformátor (*totally enclosed dry-type transformer*)

suchý transformátor s izolací tvořenou vzduchem v ochranné nádobě tak konstruované, že okolní vzduch necirkuluje pro chlazení magnetického jádra a vinutí, ale transformátor může „vydechovat“ do okolní atmosféry

Strana 11

3.2.3

uzavřený suchý transformátor (*enclosed dry-type transformer*)

suchý transformátor s ochrannou nádobou tak konstruovanou, že okolní vzduch může cirkulovat a přímo chladit jádro a vinutí

3.2.4

neuzavřený suchý transformátor (*non-enclosed dry-type transformer*)

suchý transformátor bez ochranné nádoby, přičemž jádro a vinutí jsou chlazeny okolním vzduchem

4 Odbočky

Platí ustanovení oddílu 1, IEC 76-4*): Výkonové transformátory - Část 4: Odbočky a zapojení, ale kde jsou odbočky požadovány, volí se přednostní odbočkový rozsah ± 5 % ve stupních po 2,5 %, tj. $\pm 2,5$ %,

± 5 % přepínáním článků nebo voličů odboček bez zatížení.

5 Zapojení

Viz oddíl 2 IEC 76-4.

6 Zkratová odolnost

Pro transformátory, na které se vztahuje tato norma, platí IEC 76-5: Výkonové transformátory - Část 5: Zkratová odolnost.

Oddíl dvě - Jmenovité údaje

7 Jmenovité hodnoty

7.1 Všeobecně

Výrobce musí uvést jmenovité hodnoty transformátoru, které musí být vyznačeny na štítku (viz kapitola 8). Tyto jmenovité hodnoty musí být takové, aby bylo zaručeno, že transformátorem může protékat

jeho jmenovitý proud při stálém zatížení, aniž by došlo k překročení mezí oteplení uvedených v oddíle 3 za předpokladu, že přivedené napětí se rovná jmenovitému napětí při jmenovitém kmitočtu.

7.2 Jmenovitý výkon

Jmenovitý výkon musí vzít v úvahu provozní podmínky specifikované v kapitole 2 a musí být úměrný součinu jmenovitého napětí, jmenovitého proudu a příslušného fázového činitele podle tabulky I.

Tabulka I - Fázové činitele

Počet fází	Fázový činitel
1	1
3	$\sqrt{3}$

Jmenovitý výkon odpovídá trvalému provozu; nicméně suchý transformátor, který vyhovuje této normě, může být přetěžován a směrnice pro přetěžování bude uvedena v budoucím dodatku k této normě.

7.3 Přednostní hodnoty jmenovitého výkonu

Viz 4.3, IEC 76-1.

*) NÁRODNÍ POZNÁMKA IEC 76-4:1976 byla nahrazena IEC 76-1:1993.

7.4 Provoz při vyšším napětí než je jmenovité

Viz 4.4, IEC 76-1.

8 ©títky

Každý transformátor musí být opatřen štítkem zhotoveným z materiálu odolného proti vodě, připevněným na viditelném místě, obsahujícím údaje uvedené níže. Údaje na štítku musí být vyznačeny nesmazatelně (tj. musí být buď vyleptány, vyryty nebo vyraženy).

- Druh transformátoru (viz definice v kapitole 3).
- Číslo a rok vydání této normy.
- Jméno výrobce.
- Výrobní číslo.
- Rok výroby.
- Teplota pro izolační systém a nejvyšší přípustné oteplení pro všechna vinutí nebo pro každé jednotlivé vinutí, pokud je to vhodné (viz článek 10.1).
- Počet fází.

- h) Jmenovitý výkon pro každý druh chlazení.
 - i) Jmenovitý kmitočet.
 - j) Jmenovitá napětí včetně napětí na odbočkách, pokud jsou.
 - k) Jmenovité proudy pro každý druh chlazení.
 - l) Symbol zapojení.
 - m) Napětí nakrátko při jmenovitém proudu určené podle článku 8.4 IEC 76-1.
 - n) Druh chlazení.
 - o) Druh plnění.
 - p) Rozsah provozního tlaku.
 - q) Nejvyšší a nejnižší provozní tlaky, pro něž je nádoba navržena.
 - r) Tlak a teplota plnicího média při uzavření.
 - s) Celková hmotnost.
 - t) Izolační hladiny.
- (Jmenovitá výdržná napětí pro všechna vinutí musí být vyznačena na štítku. Zásady standardního značení jsou znázorněny v kapitole 3, IEC 76-3: Výkonové transformátory - Část 3: Zkouška izolace a dielektrické zkoušky.)
- za) Stupeň nebo stupně krytí IP podle IEC 60529, když je použit kryt.
- zb) Zpráva o třídách prostředí, klimatických třídách a třídách hořlavosti (viz přílohu B), kterým kompletní transformátor vyhovuje, jak následuje: EX - CX - FX podle tabulky B.Z1.

} Pouze pro uzavřené transformátory (jednotky).

Oddíl tři - Metody chlazení a oteplení

9 Označení podle metody chlazení

9.1 Identifikační značky

Transformátory musí být značeny podle použité metody chlazení. Písmenné značky použité pro jednotlivé chladicí metody jsou uvedeny v tabulce II.

Tabulka II - Písmenné značky

Druh chladicího média	Značka
Vzduch	A
Plyn	G
	N
	F

Druh cirkulace
Přirozená
Nucená

9.2 Uspořádání značek

Transformátory bez ochranné skříně nebo se skříní, přes kterou může chladicí vzduch cirkulovat, jsou označeny dvěma značkami pouze pro chladicí médium (vzduch), které je v kontaktu s vinutími nebo povrchem povlaku vinutí.

Všechny ostatní transformátory musí být označeny čtyřmi značkami pro každou chladicí metodu, kterou výrobce označil na štítku.

Pořadí, ve kterém jsou značky uvedeny, je v tabulce III. Pro oddělené skupiny značek různých metod chlazení u stejného kusu zařízení se musí použít šikmé zlomkové čáry.

Tabulka III - Pořadí značek

1. písmeno	2. písmeno	3. písmeno	4. písmeno
Označení chladicího média, které je v kontaktu s vinutími		Označení média, které je v kontaktu s vnějším chladicím systémem	
Druh chladicího média	Druh cirkulace	Druh chladicího média	Druh cirkulace

Například, chladicí metoda transformátoru bez ochranné skříně nebo se skříní, přes kterou může chladicí vzduch cirkulovat a s přirozeným chlazením vzduchem je označeno

AN

Označení pro transformátory s ochrannou skříní, přes kterou chladicí vzduch nemůže cirkulovat, s přirozeným chladicím vzduchem uvnitř a vně skříně, bude

ANAN

Transformátory s utěsněnou skříní s přirozeným chlazením dusíkem uvnitř a alternativním přirozeným nebo nuceným chlazením vně skříně budou označeny:

GNAN/GNAF

10 Meze oteplení

10.1 Normální meze oteplení

Oteplení vinutí, jádra a kovových částí transformátorů konstruovaných pro provoz v nadmořských výškách nepřevyšujících výšku podle 2.1 a) a teplotu vnějšího chladicího vzduchu jak je popsáno v 2.1 b) nesmí překročit meze uvedené v tabulce IV, když se zkouška oteplení provádí podle kapitoly 21.

Teploty nejteplejšího místa (hot spot) uvedené ve sloupci 2 jsou schváleny pro oteplení vinutí předepsané ve sloupci 3 pouze v tom případě, že jsou použity v izolaci zařízení, které je v rozsahu platnosti této normy.

Izolační materiály mohou být použity buď samostatně nebo v kombinaci s podmínkou, že žádná část

izolačního systému nebude trvale vystavena působení vyšší teploty, než která je přiměřená pro daný izolační systém pro provoz ve stanovených podmínkách.

Mimoto elektrické a mechanické vlastnosti izolovaného vinutí nesmí být zhoršeny působením teploty nejteplejšího místa (hot spot) přípustné pro určitý izolační systém.

POZNÁMKA Písmenné značky ve sloupci 2 v tabulce IV se vztahují k teplotním klasifikacím uvedeným v IEC 85: Třídy teplotní odolnosti elektrické izolace.

Strana 14

Tabulka IV - Meze oteplení

1	2	3
Část	Teplota izolačního systému (°C)	Nejvyšší oteplení (K)
Vinutí (oteplení měřené odporovou metodou)	105 (A)	60
	120 (E)	75
	130 (B)	80
	155 (F)	100
	180 (H)	125
	200	135
	220	150
Jádro, kovové části a přilehlé materiály		V žádném případě nesmí teplota dosáhnout hodnoty nebezpečné pro samotné jádro, jiné části nebo přilehlé materiály

10.2 Redukovaná oteplení pro transformátory projektované pro vysoké teploty chladicího vzduchu nebo zvláštní podmínky chlazení vzduchem

Jestliže je transformátor projektován pro provoz, v němž teplota chladicího vzduchu převyšuje jednu z nejvyšších hodnot výslovně uvedených v 2.1 b) ne více než o 10 K, musí být přípustné oteplení vinutí zredukováno:

- o 5 K, jestliže překročení teploty je ≤ 5 K;
- o 10 K, jestliže překročení teploty je větší než 5 K a ≤ 10 K.

Kde teplota překračuje jednu z hodnot uvedených v 2.1 b) o více než 10 K, přípustné oteplení musí být odsouhlaseno mezi výrobcem a odběratelem.

Jakékoliv podmínky v místě instalace, které mohou buď způsobit omezení chladicího vzduchu nebo vznik vysoké teploty okolního vzduchu by měl odběratel stanovit.

POZNÁMKA Jestliže má transformátor vinutí s různými teplotami izolačního systému musí být použita jako referenční teplota vztahující se k vinutí, které má vyšší teplotu izolačního systému.

Pro některá použití může být zvolena nižší hodnota nejvyššího oteplení z hodnot uvedených ve 3.

sloupci tabulky IV.

Referenční teploty pro ztráty nakrátko a impedanci nakrátko by měly být v souladu s nově stanovenými hodnotami oteplení (například, by bylo možné upřesnit jednotku patřící ke třídě F s odpovídajícím maximálním oteplením 80 K místo 100 K).

10.3 Redukovaná oteplení pro transformátory projektované pro vysoké nadmořské výšky

Pokud není jinak dohodnuto mezi výrobcem a odběratelem, budou se meze oteplení uvedené v tabulce IV u transformátorů projektovaných pro provoz v nadmořských výškách vyšších než 1 000 m, ale zkušebných v normálních výškách, redukovat o následující procenta pro každých 500 m, o které zamýšlená provozní nadmořská výška převyšuje 1 000 m:

pro transformátory s přirozeným chlazením vzduchem: 2,5 %;

pro transformátory s nuceným chlazením vzduchem: 5 %.

POZNÁMKA Jestliže jsou transformátory, které jsou projektovány pro provoz v nadmořské výšce nižší než 1 000 m zkoušeny v nadmořské výšce překračující 1 000 m, budou naměřená oteplení redukována výše uvedenými hodnotami pro každých 500 m, o které nadmořská výška zkušebního místa překračuje 1 000 m.

Strana 15

Oddíl čtyři - Izolační hladiny

11 Izolační hladiny

11.1 Všeobecně

Tam, kde jsou transformátory projektovány pro všeobecné rozvodné energetické sítě ve veřejných nebo průmyslových systémech, musí mít izolační hladiny úroveň uvedenou v tabulce V, sloupec 1 nebo 2. Volba mezi sloupcem 1 nebo 2 by měla být provedena podle zvážení stupně působení atmosférických nebo spínacích přepětí, typu uzemnění a tam, kde je to vhodné, i podle typu přepěťové ochrany (viz IEC 71: Koordinace izolace).

Nicméně při použití ve zvláštních systémech, kde jsou izolační požadavky menší než obecné a kde není vyžadováno, aby byly transformátory zkoušeny impulzy atmosférického přepětí, je možné provést zkoušky střídavým napětím síťového kmitočtu nižší hodnotou zkušebního napětí, než je uvedeno v tabulce V, když zkušenosti dokazují oprávněnost k takovému kroku. Žádné konečné hodnoty se zde nedoporučují.

Tabulka V - Izolační hladiny

Nejvyšší napětí pro zařízení U_m (efektivní hodnota) kV	Jmenovité krátkodobé střídavé výdržné napětí síťového kmitočtu (efektivní hodnota) kV	Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulzu (vrcholová hodnota) kV	
		1	2

≤ 1,1	3	-	-
3,6	10	20	40
7,2	20	40	60
12	28	60	75
17,5	38	75	95
24	50	95	125
36	70	145	170

11.2 Transformátory pro použití ve vysokých nadmořských výškách

Jsou-li transformátory určeny pro použití v nadmořských výškách mezi 1 000 m a 3 000 m, ale jsou zkoušeny v normální nadmořské výšce, musí být hodnota jmenovitého krátkodobého střídavého výdržného napětí síťového kmitočtu zvýšena o 6,25 % pro každých 500 m, o které zamýšlená provozní výška převyšuje 1 000 m.

POZNÁMKA Výše uvedené konstatování se nevztahuje na uzavřené suché transformátory. Zvláštní pozornost by však měla být věnována průchodkám.

Oddíl pět - Zkoušky

12 Všeobecné požadavky na zkoušky

Transformátory musí být podrobeny níže specifikovaným zkouškám.

Zkoušky musí být provedeny ve zkušebně výrobce, pokud není dohodnuto jinak mezi výrobcem a odběratelem.

Dielektrické zkoušky podle kapitol 17, 18 a 19 musí být provedeny při přibližně provozní teplotě okolí.

Všechny vnější komponenty a části, které by mohly ovlivnit chování transformátoru během každé zkoušky, musí být na transformátoru umístěny.

Strana 16

Odbočky vinutí musí být nastaveny na jejich hlavní odbočce, pokud není jinak dohodnuto mezi výrobcem a odběratelem.

Východiskem pro zkoušky všech charakteristik mimo izolačních je jmenovitá hodnota, pokud příslušný článek o zkoušce nestanoví jinak.

Referenční teplota, na kterou se přepočítávají ztráty nakrátko, napětí nakrátko a impedance nakrátko musí vycházet z nejvyššího oteplení vinutí podle sloupce 3 v tabulce IV plus 20 K.

POZNÁMKA Jestliže má transformátor různé teploty izolačního systému, pak se jako referenční teplota uvažuje teplota vztahující se k vinutí s nejvyšší teplotou izolačního systému.

13 Měření odporu vinutí (výrobní kusová zkouška)

Vztahuje se k článku 8.2 IEC 76-1.

14 Měření převodu a kontrola vektorů (výrobní kusová zkouška)

Vztahuje se k článku 8.3 IEC 76-1.

15 Měření napětí nakrátko (hlavní odbočka), impedance nakrátko a ztrát nakrátko (výrobní kusová zkouška)

Vztahuje se k článku 8.4 IEC 76-1.

16 Měření proudu a ztrát naprázdno (výrobní kusová zkouška)

Vztahuje se k článku 8.5 IEC 76-1.

17 Zkouška přiloženým výdržným napětím (výrobní kusová zkouška)

Vztahuje se ke kapitole 10 IEC 76-3.

Zkušební napětí musí být zvoleno pro danou izolační hladinu transformátoru z hodnot v tabulce V (článek 11.1), pokud mezi výrobcem a odběratelem nebyly dohodnuty jiné hodnoty.

Plné zkušební napětí musí být přiloženo 60 s mezi zkoušené vinutí a všechna zbývajcí vinutí, jádro, kostru a transformátorovou nádobu spojené se zemí.

18 Zkouška indukovaným výdržným napětím (výrobní kusová zkouška)

Vztahuje se k článkům 11.1 a 11.2 IEC 76-3.

Zkušební napětí podél vinutí transformátoru bez odboček musí být dvojnásobkem hodnoty jmenovitého napětí.

Trvání zkoušky při plném zkušebním napětí musí být 60 s pro libovolný kmitočet nižší nebo rovný dvojnásobku jmenovitého kmitočtu.

Jestliže zkušební kmitočet překračuje dvojnásobek jmenovitého kmitočtu, pak doba trvání zkoušky bude:

$$120 \cdot \frac{\text{jmenovitý kmitočet}}{\text{zkušební kmitočet}} \text{ sekund,}$$

ale ne kratší než 15 sekund.

19 Zkouška atmosférickým impulzem (typová zkouška)

Vztahuje se ke kapitole 12, IEC 76-3.

Zkušební napětí musí být v souladu se sloupcem 1 nebo 2 tabulky V (článek 11.1), pro přesně stanovenou izolační hladinu transformátoru.

Zkušební impuls musí mít tvar normalizovaného atmosférického impulsu:

$$1,2 \pm 30 \% / 50 \pm 20 \% \mu\text{s}$$

Zkušební napětí musí být normálně záporné polarity. Pořadí přikládání impulzů na jednotlivé fázové vývody je následující: jeden referenční impulz (amplituda mezi 50 % a 75 % plného zkušebního impulzu) a tři zkušební impulzy.

Zkoušky se mohou provést s kladnou polaritou, jestliže se na tom dohodne výrobce s odběratelem již v době poptávky, ale je třeba vyloučit náhlé změny polarity.

POZNÁMKA U suchých transformátorů může zkouška atmosférickým impulzem vyvolat ve vzduchu kapacitní částečné výboje, které nemohou ohrozit izolaci. Tyto částečné výboje způsobují změny ve tvaru impulzního proudu při neměnné amplitudě impulzního napětí nebo při malých změnách tohoto napětí. Z tohoto důvodu nejsou malé změny ve tvaru impulzního proudu důvodem k tomu, aby byl transformátor považován za nevyhovující.

20 Měření částečných výbojů

20.1 Všeobecně

Měření částečných výbojů se musí provádět na všech typech suchých transformátorů. Měření se musí provádět v souladu s IEC 60270 a IEC 60076-3, příloha A.

Měření částečných výbojů musí být prováděno na transformátorech, které mají vinutí s $U_m \geq 3,6$ kV.

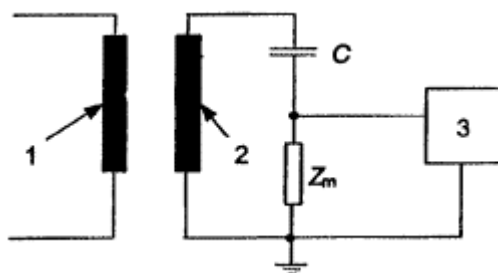
20.2 Základní měřicí obvod (pouze typický)

Základní měřicí obvod pro zkoušku částečných výbojů je znázorněn na obrázku 1, obrázku 2, obrázku Z1 a obrázku Z2.

Na obrázcích je bezvýbojový kondenzátor C (jehož kapacita je výrazně větší v porovnání s kapacitou kalibračního generátoru C_0), v sérii s měřicí impedancí Z_m , připojený ke každé vysokonapěťové svorce.

20.3 Kalibrace měřicího obvodu

Zeslabení výbojových impulzů se projeví jak ve vinutích tak i v měřicím obvodu. Kalibrace se provádí podle IEC 60076-3, přílohy A, zavedením simulovaných výbojových impulzů ze standardního výbojového kalibrátoru na svorky transformátoru. Opakovací četnost kalibračních impulzů by měla odpovídat dvojnásobku kmitočtu napájecího napětí.

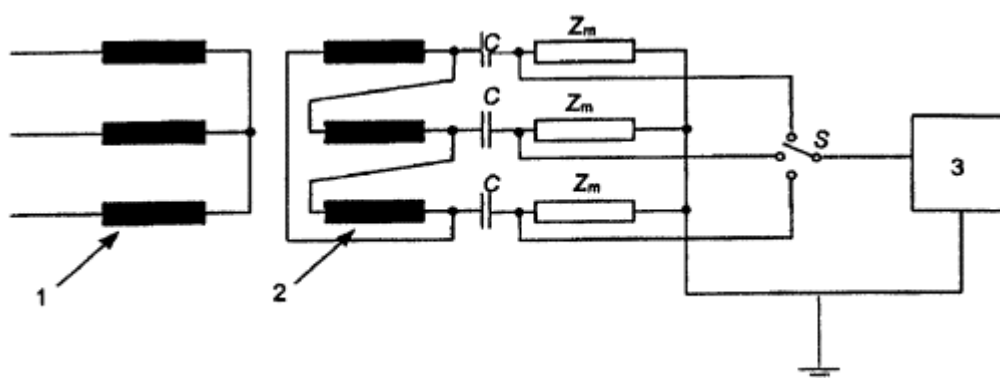


Legenda

- 1 je nízkonapěťové vinutí
- 2 vysokonapěťové vinutí
- 3 měřicí přístroj

Obrázek 1 - Základní měřicí obvod pro zkoušku částečných výbojů pro jednofázový transformátor

Strana 18



Legenda

- 1 je nízkonapěťové vinutí
- 2 vysokonapěťové vinutí, zapojené do trojúhelníku nebo do hvězdy
- 3 měřicí přístroj

Obrázek 2 - Základní měřicí obvod pro měření částečných výbojů pro trojfázový transformátor

20.4 Postup při měření

Měření částečných výbojů se musí provádět po dokončení všech ostatních dielektrických zkoušek. Nízkonapěťové vinutí musí být napájeno z trojfázového nebo jednofázového zdroje napětí podle toho, jestli je zkoušený transformátor trojfázový nebo jednofázový. Napětí musí mít průběh co nejvíce se blížící sinusovému průběhu a kmitočet přiměřeně vyšší než je jmenovitý kmitočet, aby se předešlo nadměrnému magnetizačnímu proudu během zkoušky. Zkušební postup musí být podle článku 20.4.1 nebo 20.4.2.

20.4.1 Trojfázové transformátory

Výrobní kusová zkouška

Následující zkouška musí být provedena na všech suchých transformátorech.



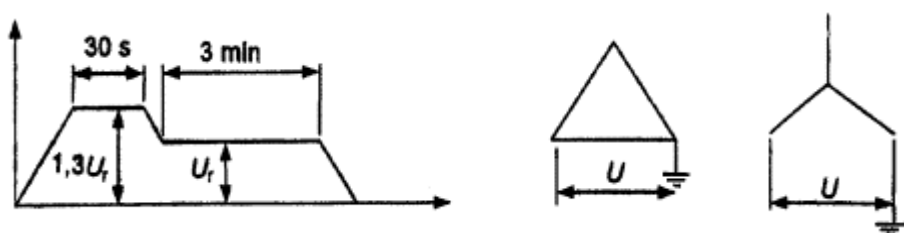
Obrázek Z1 - Průběh napětí pro měření částečných výbojů

Sdružené předzkušební napětí $1,8 U_r$, kde U_r je jmenovité napětí, musí být indukováno po dobu 30 s a bez přerušení se sníží na hodnotu sdruženého napětí $1,3 U_r$ na dobu 3 minut, během které se provádí měření částečných výbojů.

Dodatečný zkušební postup

Tato dodatečná zkouška je určena pro transformátory zapojené do systémů, které jsou izolovány nebo uzemněny přes značně velkou impedanci a které mohou být kontinuálně provozovány v podmínkách jednofázového zemního spojení. Tato zkouška musí být provedena, když je stanovena odběratelem.

Strana 19



Obrázek Z2 - Dodatečný zkušební postup - Průběh napětí pro měření částečných výbojů

Sdružené zkušební napětí $1,3 U_r$, musí být indukováno po dobu 30 s, s jedním vývodem uzemněným a bez přerušení se sníží na hodnotu sdruženého napětí U_r na dobu 3 minut, během které se provádí měření částečných výbojů. Tato zkouška musí být opakována s jiným uzemněným vývodem.

20.4.2 Jednofázové transformátory

Pro jednofázové transformátory musí být U_r sdružené nebo fázové napětí podle toho, co je vhodné. Průběh napětí musí být stejný, jako u trojfázových transformátorů.

Trojfázové transformátory sestávající ze tří jednofázových transformátorů musí být zkoušeny jako trojfázové transformátory.

20.5 Přípustné hladiny částečných výbojů

Maximální hladina částečných výbojů musí být 10 pC.

POZNÁMKA Zvláštní ohledy by měly být věnovány transformátorům spojeným s přídavným

zařízením, například se svodiči přepětí.

21 Oteplovací zkouška (typová zkouška)

Na tuto zkoušku se vztahují články 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.3, 3.9.1, 3.9.2 a 3.9.3 IEC 76-2: Výkonové transformátory, Část 2: Oteplení.

21.1 Metody zatěžování

Podle volby výrobce může být použita některá následující metoda.

21.1.1 Metoda přímého zatížení *)

Jedno vinutí transformátoru, přednostně vnitřní vinutí, se napájí jmenovitým napětím a druhé vinutí se připojí k vhodné zátěži tak velké, aby oběma vinutími protékal jmenovitý proud.

21.1.2 Metoda vzájemného zatížení *)

Přednostně se tato metoda používá, pokud jsou k dispozici dva podobné transformátory.

Dva transformátory, z nichž jeden je zkoušený, se spojí paralelně a přednostně se napájí vnitřní vinutí jmenovitým napětím zkoušeného transformátoru. Použitím různých převodů transformátorů nebo přivedením napětí z pomocného zdroje se nastaví jmenovitý proud ve vinutí zkoušeného transformátoru.

21.1.3 Metoda simulovaného zatížení (po dohodě mezi výrobcem a odběratelem)

Tato metoda se používá u transformátorů uzavřeného nebo neuzavřeného typu s přirozeným chlazením vzduchem, pokud je k dispozici pouze zkoušený transformátor nebo jestliže je k dispozici podobný transformátor, ale jsou určitá omezení zkušebního zařízení.

Oteplovací zkoušky se provádí na základě výsledků získaných ze dvou měření, jedno měření se provádí pouze bez zatížení se ztrátami naprázdno, druhé pouze se ztrátami nakrátko.

*) Trvání zkoušky může být redukováno buzením jádra po určitou dobu (přednostně ne kratší než 12 h) před tím, než dojde k zavedení zkušebního proudu do vinutí.

Zkouška naprázdno, při jmenovitém napětí, se provádí bez přerušení až do dosažení ustálených podmínek; následně se měří oteplení jednotlivých vinutí Δq_e .

Zkouška nakrátko probíhá při jmenovitém proudu protékajícím v jednom vinutí při zkratovaném druhém vinutí, a to bezprostředně po zkoušce naprázdno, a pokračuje až do dosažení ustálených podmínek při měření oteplení jednotlivých vinutí Δq_c .

Celkové oteplení $\Delta \theta$ každého vinutí při jmenovitém proudu vinutí a normálním buzení jádra se pak vypočte podle vzorce:

$$\Delta \theta'_c = \Delta \theta_c \left[1 + \left(\frac{\Delta \theta_e}{\Delta \theta_c} \right)^{1,25} \right]^{0,8}$$

POZNÁMKA Pro jiné typy transformátorů může být nezbytná modifikace tohoto vzorce.

21.2 Korekce oteplení vinutí pro redukovaný proud

Jestliže zkušební proud I_t je nižší než jmenovitý proud I_N , ale ne nižší než 90 % I_N , musí být oteplení vinutí $\Delta \theta_t$ měřeno odporovou metodou po dosažení ustálených podmínek a korigováno na jmenovité zatěžovací podmínky $\Delta \theta_N$ podle vzorce:

$$\Delta \theta_N = \Delta \theta_t \left[\frac{I_N}{I_t} \right]^q$$

Hodnota q musí být:

pro transformátory AN: 1,6;

pro transformátory AF: 1,8.

POZNÁMKA Pro jiné metody chlazení musí být hodnota q dohodnuta mezi výrobcem a odběratelem.

21.3 Stanovení konstantních teplotních podmínek

Konečného oteplení je dosaženo, když se oteplení stává konstantním; za dosažení této podmínky se považuje nižší hodnota ze stavů, kdy se oteplení nemění rychleji než o 2 % přípustného oteplení za 1 hodinu nebo 2 K za 1 hodinu.

Pro účely stanovení, kdy bylo dosaženo konstantních teplotních podmínek, se musí použít termočlánky nebo teploměry umístěné na následujících místech povrchu:

- Uzavřené a neuzavřené jednotky: na středu vrcholu jha (magnetického obvodu) a co možná na nejvnitřnějším vodiči nízkonapěťového vinutí na vrcholu vinutí a na středním sloupku trojfázové jednotky.
- Utěsněné a celkově uzavřené jednotky: na středu horní části povrchu krytu a na středu jedné strany povrchu krytu.

22 Měření hladiny hluku (zvláštní zkouška)

Vztahuje se k IEC 551: Stanovení hladin akustického tlaku transformátorů a reaktorů.

Když je transformátor určen k provozu v nádobě dodané odběratelem, může být měření hladiny hluku provedeno ve zkušebně výrobce bez nádoby.

Vzdálenost snímače od transformátoru je přinejmenším 0,3 m a z bezpečnostních důvodů se volí 1 m.

23 Zkratová zkouška (zvláštní zkouška)

Zkratové zkoušky musí být provedeny podle IEC 76-5.

POZNÁMKA Reference týkající se plynových relé a nádob v 2.2.6 IEC 76-5 se netýkají suchých transformátorů.

Strana 21

Z1 Zkouška tepelným šokem (zvláštní zkouška)

Vztahuje se k příloze ZB.

Z2 Zkouška na prostředí (zvláštní zkouška)

Vztahuje se k příloze ZA.

Z3 Zkouška hořlavosti (zvláštní zkouška)

Vztahuje se k příloze ZC.

24 Tolerance

Tolerance musí odpovídat tabulce III (kapitola 7) IEC 76-1.

Oddíl šest - Kryty a požadavky bezpečnosti

25 Stupně ochrany kryty

Uspořádání ochrany krytem bude závislé na umístění a okolních podmínkách, ve kterých transformátor pracuje. Přepážky a otvory určené pro cirkulaci vzduchu musí odpovídat IEC 529: Stupně ochrany krytem.

Z4 Ochrana před přímým dotykem

Transformátory, které neposkytují svou konstrukcí ochranu před přímým dotykem, musí být dodány s viditelným označením (výstražným štítkem nebo zvláštní značkou) upozorňujícím na nebezpečí podle národních pravidel.

Z5 Uzemňovací svorka

Transformátory musí být opatřeny uzemňovací svorkou, která musí být konstrukčně spojena se všemi přístupnými neživými kovovými částmi a která umožňuje spojení s uzemňovacím vodičem.

Oddíl sedm - Různé

30 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

Suché transformátory musí být považovány za pasivní elementy z hlediska emisí a imunity vzhledem k elektromagnetickým rušením.

POZNÁMKA 1 Zpráva R014-001 popisuje elektromagnetická hlediska transformátorů a poskytuje některé metody vyhodnocení elektrických a magnetických polí ve vztahu k nim.

POZNÁMKA 2 Pasivní elementy nejsou náchylné způsobovat elektromagnetická rušení a jejich provedení není náchylné k tomu, aby byly ovlivněny takovým rušením.

Příloha A (normativní)

Informace vyžadované při poptávce a objednávce

A.1 ©títek a všeobecné údaje

A.1.1 Normální

Následující informace musí být dány ve všech případech:

- 1) Podrobnosti údajů, kterým musí být vyhověno.
- 2) Druh transformátoru (viz kapitola 3).
- 3) Jednofázové nebo vícefázové jednotky.
- 4) Počet fází v jednotce.
- 5) Kmitočet.
- 6) Informace, zda nádoba je požadována či ne. Jestliže ano, stupeň ochrany nádoby (viz kapitolu 25). Informace o plynu k plnění nádoby (jestliže je požadován).
- 7) Metoda chlazení.
- 8) Vnitřní nebo venkovní instalace.
- 9) Jmenovitý výkon (v kVA).
- 10) Jmenovité napětí (pro každé vinutí).
- 11) Informace, jaké jsou požadovány odbočky, jestliže ano, tak zda je požadován přepínač bez zatížení nebo jiné možnosti spojení.
- 12) Nejvyšší napětí pro zařízení U_m (pro každé vinutí).
- 13) Izolační hladina, tj. hodnoty zkušebního napětí při střídavém napětí síťového kmitočtu a pokud je požadováno, hodnotu zkušebního napětí při atmosférickém impulzu, na které je každé vinutí vyprojektováno (viz IEC 76-3).
- 14) Symbol zapojení.
- 15) Napětí nakrátko při jmenovitém proudu, jestliže je požadována určitá hodnota.

- 16) Svorky N, jestliže jsou požadovány (pro každé vinutí).
- 17) Metoda systému uzemnění (pro každé vinutí).
- 18) Zvláštnosti instalace, například prostorová omezení, obtíže s údržbou, podmínky uskladnění apod.
- 19) Další vhodné informace, například podmínky umístění, druh provozu, pro který je transformátor požadován, přepěťový systém apod.
- 20) Detaily požadovaného vybavení a údaj o straně, ze které by měly být čitelné údaje měření, štítek apod.

A.1.2 Zvláštní

- 21) Zda je požadována zkouška atmosférickými impulzy.
- 22) Nadmořská výška, jestliže přesahuje 1 000 m (viz články 10.3 a 11.2).
- 23) Teplota chladicího vzduchu, jestliže je nad nebo pod hodnotami uvedenými v článku 2.1 b) (viz článek 10.2).
- 24) Zda je transformátor přímo spojen s jiným zařízením, které může ovlivnit zkratové podmínky.
- 25) Zda se očekává nerovnovážné zatížení a jestliže ano, tak uvést podrobnosti.
- 26) Podrobnosti o zamýšleném pravidelném cyklickém přetěžování.
- 27) Zapojení požadovaná navíc v případě, že transformátor má alternativní zapojení vinutí.
- 28) Které zvláštní zkoušky (viz oddíl pět) jsou vyžadovány a odpovídající podmínky pro tyto zkoušky (hladiny, meze apod.).

A.2 Paralelní provoz

Jestliže se vyžaduje paralelní provoz pro dané transformátory, pak by se měly pro tyto transformátory uvést následující informace:

- a) Jmenovitý výkon.
- b) Jmenovitý napěťový převod.
- c) Napěťové převody odpovídající jiným odbočkám než hlavní.
- d) Ztráty nakrátko při jmenovitém proudu na hlavní odbočce korigované na příslušnou referenční teplotu.
- e) Napětí nakrátko při jmenovitém proudu (pro hlavní odbočku).
- f) Impedance nakrátko přinejmenším pro krajní odbočky, pokud rozsah odboček přesahuje $\pm 5\%$.

g) Schéma zapojení nebo značka zapojení nebo obojí.

Příloha B (normativní)

Klimatické třídy, třídy prostředí a třídy hořlavosti

B.1 Třídy prostředí a klimatické třídy

Podmínky prostředí pro suché transformátory jsou vyjádřeny vlhkostí, kondenzací, znečištěním a okolní teplotou¹⁾.

S ohledem na vlhkost, kondenzaci a znečištění jsou definovány tři třídy vlivu prostředí.

- | | |
|----------|--|
| Třída E0 | Na transformátoru nedochází ke kondenzaci a znečištění je zanedbatelné. Toho se obvykle dosáhne v čistém, suchém vnitřním prostředí. |
| Třída E1 | Na transformátoru se může vyskytnout náhodná kondenzace (například, když je transformátor vypnut). |

Je možné omezené znečištění.

- | | |
|----------|---|
| Třída E2 | Častá kondenzace nebo silné znečištění nebo kombinace obou těchto činitelů. |
|----------|---|

Zvláštní zkoušky podle postupu v příloze ZA musí prověřit vhodnost transformátoru pro třídy E1 a E2.

S ohledem na minimální okolní teplotu, které může být transformátor vystaven, jsou definovány následující klimatické třídy:

- | | |
|----------|--|
| Třída C1 | Transformátor se hodí pro provoz při okolní teplotě nižší než -5 °C, ale může být vystaven během přepravy a skladování okolní teplotě do -25 °C. |
| Třída C2 | Transformátor se hodí pro provoz, přepravu a skladování při okolní teplotě do -25 °C. |

Zvláštní zkoušky podle postupu v příloze ZB musí prověřit vhodnost transformátoru pro třídy C1 a C2.

POZNÁMKA Transformátory pro venkovní použití by měly být provedeny s ochranným krytem nebo jinou vhodnou ochranou.

B.2*)

Uzavřené nebo neuzavřené suché transformátory s nezalitým vinutím jsou obvykle konstruovány pro

vnitřní instalace v suchém prostředí. Tyto transformátory budou nicméně spolehlivě pracovat i v prostředí s vysokou vlhkostí, pokud jsou přijata opatření, která zajistí, že tyto transformátory budou suché i po dlouhé době mimo provoz.

B.Z1 Třídy hořlavosti

Jsou definovány dvě třídy hořlavosti:

- Třída F0** Blíže nespecifikované protipožární charakteristiky. S výjimkou charakteristik vlastních konstrukci transformátoru, nejsou přijata žádná zvláštní opatření k omezení hořlavosti.
- Třída F1** Transformátory vystavené nebezpečí ohně. Je požadována omezená hořlavost. Musí být minimalizována emise toxických látek a neprůhledných kouřů.

Zvláštní zkoušky podle postupu v příloze ZC musí prověřit vhodnost transformátoru pro třídu F1.

B.Z2 Zkušební kritéria pro klimatické třídy, třídy prostředí a třídy hořlavosti

Jestliže je transformátor prohlášen za vhodný pro kombinaci požadavků klimatických tříd, tříd prostředí a tříd hořlavosti, musí být provedeny zkoušky na stejném transformátoru, které prověří jejich vhodnost pro tyto třídy, v pořadí uvedeném v tabulce B.Z1.

Zkoušky stanovené v příloze ZA, příloze ZB a příloze ZC jsou prováděny jako zvláštní v příslušných přílohách na jednom transformátoru reprezentujícím určitý konstrukční typ.

1) Tyto jsou důležité nejen během provozu, ale rovněž během uskladnění před instalací.

*) **NÁRODNÍ POZNÁMKA** Název článku B.2 by měl být: Uzavřené nebo neuzavřené suché transformátory s nezalitým vinutím.

Tabulka B.Z1

	Třídy		Klimatické		Prostředí			Hořlavosti	
	Zkoušky	Články	C1	C2	E0	E1	E2	F0	F1
	1. Tepelným šokem při -5 °C	ZB.2	ano	ne	-	-	-	-	-
	2. Tepelným šokem při -25 °C	ZB.3	ne	ano	-	-	-	-	-
	3. Kondenzační zkouška	ZA.2.1	-	-	ne	ano	ne	-	-

	4. Kondenzační zkouška a zkouška na proniknutí vlhkosti	ZA.2.2	-	-	ne	ne	ano	-	-
	5. Zkouška hořlavosti	ZC.2; ZC.3	-	-	-	-	-	ne	ano

Strana 26

Příloha ZA (normativní)

Zvláštní zkoušky pro třídy prostředí

ZA.1 Všeobecně

Zkouška navržená v příloze ZA umožňuje stanovit vhodnost transformátorů pro třídy prostředí definované v B.1 přílohy B. Pro pořadí zkoušek viz B.Z2.

Jestliže není jinak stanoveno, zkoušky musí být provedeny na jednom transformátoru kompletně sestaveném, vybaveném jeho příslušenstvím (týkajícím se zkoušek).

Tyto zkoušky nejsou požadovány pro uzavřené transformátory.

Transformátor a jeho příslušenství musí být nové a čisté bez dodatečného ošetření povrchu jeho izolačních částí.

Platnost zkoušky:

Platnost výsledků klimatické zkoušky provedené na transformátoru může být rozšířena na jiné transformátory vycházející ze stejných konstrukčních kritérií, jako

- stejná konstrukční koncepce (uzavřený nebo impregnovaný typ, typ vinutí, ...),
- stejné maximální oteplení vinutí (podle tabulky IV tohoto dokumentu),
- stejné vodivé materiály,
- stejné hlavní izolační materiály.

ZA.2 Zkušební postup

ZA.2.1 Transformátory třídy E1

Tato zkouška je zkouškou kondenzace.

Transformátor musí být umístěn ve zkušební komoře, v níž jsou regulovány teplota a vlhkost.

Objem komory musí být přinejmenším pětinasobek objemu pravoúhlé krabice opsané transformátoru. Vzdálenost kterékoliv části transformátoru od stěn, stropu a stříkacích trysek nesmí být menší než nejmenší mezifázová vzdálenost mezi živými částmi transformátoru a ne menší než 0,15 m.

Teplota vzduchu ve zkušební komoře musí být taková, aby byla zajištěna kondenzace na transformátoru.

Relativní vlhkost v komoře musí být udržována nad 93 %. Toho může být dosaženo periodickým nebo souvislým rozprašováním přiměřeného množství vody.

Vodivost vody musí být v rozsahu od 0,1 S/m do 0,3 S/m.

Umístění mechanických rozprašovačů musí být takové, aby transformátor nebyl přímo postřikován.

Během zkoušky nesmí odkapávat žádná voda ze stropu na transformátor.

Transformátor musí být udržován před zkouškou bez buzení na vzduchu s relativní vlhkostí nad 93 % po dobu ne menší než 6 hodin.

Potom musí být během 5 minut podroben zkoušce indukovaným napětím stanoveným níže. Přednostně by mohla být tato zkouška provedena ve zkušební komoře.

Transformátory s vinutími určenými pro zapojení do sítí přímo uzemněnými nebo uzemněnými přes malou impedanci:

Transformátor musí být buzen napětím o velikosti 1,1násobku jmenovitého napětí po dobu 15 minut.

Transformátory s vinutími určenými pro zapojení do sítí, které jsou izolovány nebo uzemněny přes značnou impedanci:

Transformátor musí být podroben zkoušce indukovaným napětím v průběhu 3 postupných 5minutových period během kterých je každá zapojená vysokonapěťová svorka uzemněna a napětí o velikosti 1,1násobku jmenovitého napětí se objeví mezi jinými svorkami a zemí. V posledně zmíněném případě může být trojfázová

zkouška nahrazena jednofázovými zkouškami se dvěma neuzemněnými fázovými svorkami vzájemně propojenými.

V průběhu přiložení napětí nesmí dojít k přeskočení a vizuální kontrola nesmí prokázat žádné vážné stopy po výbojích.

ZA.2.2 Transformátory třídy E2

Zkušební postup zahrnuje zkoušku kondenzace a zkoušku na proniknutí vlhkosti.

Zkouška kondenzace musí být stejná jak je popsáno v ZA.2.1 pro transformátory třídy E1 s výjimkou vodivosti vody, která musí být v rozsahu od 0,5 S/m do 1,5 S/m.

Na začátku zkoušky na proniknutí vlhkosti musí být transformátor v suchém stavu.

Transformátor musí být instalován v odbuzeném stavu a udržován v klimatické komoře po dobu 144 hodin. Teplota v klimatické komoře musí být udržována na $(50 \pm 3) ^\circ\text{C}$ a relativní vlhkost udržována na

(90 ±5) %. Na konci této periody a po nejméně 3 hodinách v normálních okolních podmínkách musí být transformátor podroben zkouškám přiloženým a indukovaným napětím, ale napětími sníženými na 80 % normalizovaných hodnot. Během těchto dielektrických zkoušek by nemělo dojít ani k přeskoku ani k průrazu a vizuální kontrola nesmí prokázat žádné vážné stopy po výbojích.

Příloha ZB (normativní)

Zvláštní zkoušky pro klimatické třídy

ZB.1 Zkouška tepelným šokem (zvláštní zkouška)

Zkouška navržená v příloze ZB umožňuje stanovit vhodnost transformátoru pro klimatické třídy definované v B.1 přílohy B. Pro pořadí zkoušek viz B.Z2.

Platnost zkoušky:

Platnost výsledků klimatické zkoušky provedené na transformátoru může být rozšířena na jiné transformátory vycházející ze stejných konstrukčních kritérií, jako

- stejná konstrukční koncepce (uzavřený nebo impregnovaný typ, typ vinutí, ...),
- stejné maximální oteplení vinutí (podle tabulky IV tohoto dokumentu),
- stejné vodivé materiály,
- stejné hlavní izolační materiály.

ZB.2 Zkouška tepelným šokem pro transformátory třídy C1

ZB.2.1 Zkušební postupy

Zkouška musí být provedena na kompletním transformátoru¹⁾ bez krytu, pokud nějaký je.

Transformátor musí být umístěn ve zkušební komoře.

Okolní teplota ve zkušební komoře musí být měřena nejméně ve 3 bodech umístěných ve vzdálenosti 0,1 m od vnějšího povrchu a v polovině výšky zkoušeného transformátoru. Střední hodnoty údajů se musí brát jako referenční teplota vzduchu.

Dále se musí aplikovat následující zkušební postup:

- a) teplota vzduchu ve zkušební komoře musí postupně klesat na hodnotu (-25 ±3) °C během 8 hodin a potom udržována na této hodnotě přinejmenším po dobu 12 hodin;
- b) teplota musí postupně vzrůstat na hodnotu (-5 ±3) °C po dobu 4 hodin. Na této hodnotě musí být teplota udržována přinejmenším po dobu 12 hodin;

- c) tepelný šok musí být potom proveden aplikací proudu o velikosti dvojnásobku jmenovitého proudu do zkoušeného vinutí.

Proud musí být udržován do doby, dokud zkoušené vinutí nedosáhne střední hodnoty odpovídající maximálnímu oteplení podle tabulky IV tohoto dokumentu plus 40 °C (maximální okolní teplota za normálních provozních podmínek).

Střední teplota dosažená ve vinutích musí být stanovena ze změny odporu.

Tepelný šok by měl být proveden jednou ze tří následujících alternativních metod:

1. Při napájení stejnosměrným proudem

Předepsaný tepelný šok musí být proveden aplikací stejnosměrného proudu stanovené hodnoty do zkoušeného vinutí.

V případě vícefázových transformátorů by mohl být zkušební proud přiveden do všech fází zapojených do série.

Monitorování střední teploty vinutí během trvání zkoušky může být provedeno přímo použitím voltampérové metody při měření zkušebního proudu a příslušného úbytku napětí.

POZNÁMKA 1 Pro zapojení cívek do série může být nutné odstranit propojení vinutí.

-
- 1) Na základě dohody mezi dodavatelem a odběratelem může být zkouška provedena na všech cívkách demontovaných z jádra. Závěrečné dielektrické zkoušky by mohly být provedeny po opětovném sestavení cívek na transformátor.

2. Při napájení střídavým proudem

Předepsaný tepelný šok musí být proveden aplikací střídavého proudu stanovené hodnoty do zkoušeného vinutí se zkratovanými ostatními vinutími. V případě vícefázových transformátorů by mohl být použit symetrický proudový systém.

Monitorování střední teploty vinutí v průběhu zkoušky by mohlo být provedeno superpozicí stejnosměrného měřeného proudu a střídavého zkušebního proudu nebo nějakou jinou ekvivalentní metodou.

3. Při napájení střídavým proudem (alternativní metoda)

Předepsaný tepelný šok musí být proveden aplikací střídavého proudu stanovené hodnoty do zkoušeného vinutí se zkratovanými ostatními vinutími. V případě vícefázových transformátorů by mohl být použit symetrický proudový systém.

Teplota v každém vinutí je monitorována odečítáním z teplotních senzorů umístěných poblíž spodního a horního povrchu vinutí. Sensory jsou kalibrovány při kalibrační zkoušce s dvojnásobkem jmenovitého proudu při normální okolní teplotě před vlastní zkouškou.

Kalibrace je prováděna porovnáváním údaje ze senzoru s oteplením vinutí měřeným změnou odporu vinutí. Takto údaj ze senzoru koresponduje střední teplotě vinutí stanovené podle tabulky IV plus 40 °C. Stejný údaj musí být získán během zkoušky, která začíná při nízké okolní teplotě.

POZNÁMKA 2 Musí se dávat pozor na tepelné přetížení některých vinutí v důsledku přechodných tepelných reakcí různých částí transformátoru.

d) Po tepelném šoku musí být transformátor uveden zpět na teplotu (25 ± 10) °C.

ZB.2.2 Zkušební kritéria

Přinejmenším 12 hodin po skončení zkoušky tepelným šokem musí být transformátor podroben dielektrickým výrobním kusovým zkouškám (zkouškám přiloženým a indukovaným výdržným napětím) jak je stanoveno v tomto dokumentu, podle izolační hladiny vinutí, ale při napětích snížených na 80 % normalizovaných hodnot.

Navíc, u uzavřených transformátorů, musí být provedeno měření částečných výbojů podle kapitoly 20 tohoto dokumentu. Zkušební napětí nesmí překročit zkušební snížené indukované výdržné napětí (160 % jmenovité hodnoty) a naměřené hodnoty nesmí překročit hodnoty předepsané pro výrobní kusovou zkoušku.

Při vizuální kontrole nesmí vinutí vykazovat žádné viditelné poškození jako trhliny a pukliny.

ZB.3 Zkouška tepelným šokem pro transformátory třídy C2

ZB.3.1 Zkušební postupy

Zkušební postupy jsou stejné jako v ZB.2.1 s následující modifikací:

Odstavec b) je odstraněn, aby se provedla zkouška tepelným šokem od -25 °C.

ZB.3.2 Zkušební kritéria

Zkušební kritéria jsou stejná jak je popsáno v ZB.2.2.

Příloha ZC (normativní)

Zvláštní zkoušky k prověření vhodnosti chování při hořlavosti třídy F1

ZC.1 Všeobecně

Pro optimalizaci chování transformátoru je nezbytné minimalizovat emisi toxických látek a neprůhledného kouře v případě požáru. Mělo by být vyloučeno použití halogenických materiálů. Kontrola emise korozivních a škodlivých plynů musí být provedena podle ZC.2.

Navíc, transformátor nesmí přispívat podstatně k tepelné energii externího požáru. Chování při požáru musí být stanoveno zkušebním postupem ZC.3.

ZC.2 Kontrola emise korozivních a škodlivých plynů

Emise korozivních a škodlivých plynů musí být zkontrolována na malém množství spalitelných materiálů přítomných na transformátoru.

Bere se v úvahu pouze takový materiál, jehož hmotnost představuje více než 5 % hmotnosti nehořlavých materiálů kompletního transformátoru.

V podstatě by zkoušky měly být schopny detekovat přítomnost složek jako je chlorovodík (HCl), kyanid vodíku (HCN), bromid vodíku (HBr), fluorid vodíku (HF), oxid siřičitý (SO₂), formaldehyd (HCOH).

Podrobnosti zkušebních postupů a přijatelné meze mohou být dohodnuty mezi odběratelem a výrobcem, pokud není jinak stanoveno v evropských nebo národních předpisech.

ZC.3 Zkouška hořlavosti

ZC.3.1 Zkoušený objekt

Zkouška se provádí na jedné kompletní fázi transformátoru obsahující cívky vysokého a nízkého napětí, sloupek jádra a izolační komponenty bez ochranného krytu, pokud takový je.

Sloupek jádra může být nahrazen materiálem přibližně podobných rozměrů a tepelných vlastností jako má originální sloupek. Jho se nebude uvažovat.

Vnější průměr cívky kruhových nebo nekruhových vinutí pro zkoušky musí být mezi 400 mm a 500 mm standardního transformátoru.

POZNÁMKA Vinutí s většími nebo menšími rozměry mohou být zkoušena podle dohody.

ZC.3.2 Platnost zkoušky

Platnost výsledků zkoušky hořlavosti provedené na transformátoru může být rozšířena na jiné transformátory vycházející ze stejných konstrukčních kritérií, jako

- stejná konstrukční koncepce (uzavřený nebo impregnovaný typ, typ vinutí, ...),
- stejné maximální oteplení vinutí (podle tabulky IV tohoto dokumentu),
- stejné vodivé materiály,
- stejné hlavní izolační materiály.

ZC.3.3 Zkušební uspořádání

a) Zkušební komora

Zkušební komora vychází z komory určené pro kabely popsané na obrázku 1 v IEC 60332-3. Stěny jsou zhotoveny z tepelně odolné oceli tloušťky od 1,5 mm do 2,0 mm tepelně izolované tak, aby poskytovala přenos tepla přibližně 0,7 W/m²K. Je možné instalovat okno z nehořlavého materiálu.

Hlavní rozměry zkušební komory (viz obrázek ZC.1) jsou

- výška: od 3,5 m do 4,0 m,
- šířka: 1 m,
- hloubka: 2 m.

Komora musí být opatřena komínem s vnitřním průměrem přibližně 0,5 m a přívodem vzduchu o vnitřním průměru přibližně 0,35 m. Výškový rozdíl mezi přívodem vzduchu do zkušební komory a odvodem plynů v komíně musí být přibližně 9 m. Vzduch je přiváděn ze dna zkušební komory přes mřížku (0,40 x 0,80) m a prochází přes otvor přibližně 0,3 m² do komína.

V komíně musí být měřicí sekce o průměru 0,5 m a délce alespoň 0,6 m, její spodní konec je situován 1,5 m až 2,0 m nad střechou zkušební komory.

V kanálu pro přívod vzduchu musí být měřicí sekce o průměru 0,35 m a délce alespoň 0,4 m ve vzdálenosti alespoň 1 m od vstupu vzduchu do zkušební komory a přívodu vzduchu do kanálu.

©krtící ventil musí být umístěn v komíně a/nebo v přívodu vzduchu, pokud není zajištěn nucený pohyb vzduchu. Zkušební komora by měla být konstruována tak, aby vliv větru na množství přiváděného vzduchu byl zanedbatelný.

b) Zdroje zapálení (viz obrázek ZC.2)

Hlavním zdrojem tepla je etylalkohol (kalorická hodnota 27 MJ/kg) hořící v kontejneru, který může být rozdělen do koncentrických prstenců. Vnější průměr kontejneru musí být alespoň o 100 mm větší než je vnější průměr válce. Vnitřní průměr kontejneru musí být alespoň o 40 mm menší než vnitřní průměr vnitřního válce.

Počáteční hladina alkoholu v kontejneru musí být (30 ±1) mm, která odpovídá době hoření přibližně 20 minut.

Druhým zdrojem tepla je svisle umístěný elektrický panel o výšce přibližně 0,8 m a šířce 0,5 m zhotovený z vyhřívacích odporů o celkovém výkonu 24 kW s nastavitelným zdrojem energie pro dosažení teploty na panelu 750 °C. Kovové stínění ve tvaru půlválce o průměru 0,9 m a výšce 1,2 m musí být umístěno proti panelu.

POZNÁMKA Jestliže mají zkoušená vinutí vnější rozměr větší než 500 mm, může být stínění vynecháno.

ZC.3.4 Veličiny, které mají být měřeny a měřicí zařízení

ZC.3.4.1 Teploty

Následující teploty musí být měřeny pomocí termoelektrických článků nebo ekvivalentním zařízením:

- teplota přívodního vzduchu;

- teplota výstupního vzduchu;
- teplota na povrchu nízkonapěťové cívky nahoře (nepovinné);
- teplota na povrchu vysokonapěťové cívky (nepovinné);
- sloupek jádra nebo část, která jej nahrazuje, dole a nahoře (nepovinné);
- kanál mezi jádrem a nízkonapěťovou cívkou, uprostřed (nepovinné);
- kanál mezi nízkonapěťovou a vysokonapěťovou cívkou, uprostřed (nepovinné).

POZNÁMKA Umístění měřicích senzorů na zkoušeném objektu je vyznačeno na obrázku ZC.2.

ZC.3.4.2 Jiné veličiny, které by měly být měřeny

- Přenos viditelného světla v měřicí sekci; toto měření musí být provedeno podél optické dráhy přes kouř přinejmenším 500 mm.

POZNÁMKA Měřený činitel prostupu bývá X a aktuální délka optické dráhy bývá p (vyjádřená v m), hodnota činitele prostupu vztaženého na dráhu 1 m je: $t = X^{1/p}$.

- Rychlost proudění vzduchu na vstupu vzduchu.
- Rychlost plynu v komíně (nepovinné).

ZC.3.5 Kalibrace zkušební komory bez zkoušeného objektu

Komora musí být kalibrována po vybuzení vyzařujícího panelu s konstantními 24 kW po dobu nejméně 40 minut.

Rychlost proudění vzduchu ve vstupní sekci musí být nastavena tak, aby v ustálených podmínkách byla $0,21 \text{ m}^3/\text{s} \pm 15 \%$.

Tam, kde zkušební uspořádání je založeno na přirozeném proudění vzduchu, může být rychlost proudění upravena pomocí škrticího ventilu nebo ekvivalentního zařízení.

V případě zkušební uspořádání pracujícího s nuceným prouděním vzduchu, může být rychlost proudění upravena ventilačním systémem.

POZNÁMKA Více úprav může být zapotřebí k získání požadované rychlosti proudícího vzduchu v ustálených podmínkách.

ZC.3.6 Zkušební metoda

Zkoušený objekt musí být instalován ve zkušební komoře, jak je naznačeno na obrázku ZC.2, za respektování následujících podmínek:

- vzdálenost mezi vyzařujícím panelem a vnějším povrchem vinutí musí být přibližně 175 mm;
- počáteční hladina alkoholu v kontejneru musí být přibližně 40 mm pod hladinou transformátorového vinutí;

POZNÁMKA V některých případech je nezbytná dohoda mezi odběratelem a výrobcem, závisající na provedení zkoušeného předmětu.

- kovové stínění ve tvaru půlválce musí být proti vyhřívacímu panelu a koncentricky se zkoušeným objektem;
- teplota ve zkušební komoře, na přívodu vzduchu a zkoušeného objektu na začátku zkoušky musí být mezi 15 °C a 30 °C;
- kontejner je zaplněn alkoholem právě před začátkem (v praxi během 5 minut).

Zkouška začíná v okamžiku, kdy alkohol je zapálen a vyzařovací panel (24 kW) je zapnut.

Vyzařovací panel musí být vypnut o 40 minut později.

Veličiny uvedené v ZC.3.4.1 a ZC.3.4.2 musí být zaznamenávány nejméně po dobu 60 minut od začátku zkoušky, tj. po dobu trvání celé zkoušky.

Zkoušený objekt musí být vážen před a po zkoušce s přesností $\pm 0,5$ % nebo lepší. Materiál reprezentující sloupek jádra a cívky s izolačními částmi mohou být váženy odděleně.

Měření prováděná v souladu s touto normou směřují k výsledkům v jistých odchylkách reprodukovatelnosti. Testováním podobných transformátorových cívek v různých laboratořích nebo i více cívek v jedné laboratoři, byly zjištěny odchylky do 10 %, například v důsledku různých klimatických podmínek.

Po dohodě mezi výrobcem a odběratelem mohou být provedeny další zkoušky na zbývajících cívkách stejného transformátoru, jestliže překročené meze měření nebyly větší než 10 %.

ZC.3.7 Zkušební protokol

Zkušební protokol musí obsahovat následující informace:

- výsledek zkoušky provedené na vzorcích materiálu (jestli je to požadováno uživatelem);
- celková vypočítaná hmotnost a tepelná energie spalitelných materiálů (jestliže je to možné) a změřená hmotnost zkoušeného objektu;
- výsledek kalibrace zkušební komory (rychlost proudění vzduchu, teploty v měřicích sekcích, nastavení škrticího ventilu nebo systému plynové extrakce, atd.);
- úplný popis metody prováděné zkoušky, včetně časových period hoření alkoholového hořáku a spotřebované elektrické energie;
- ztráta hmotnosti spalitelného materiálu v průběhu zkoušky (přesnost ± 10 %) a vypočítané uvolněné teplo (MJ) (jestliže je to možné);
- teploty zaznamenávané v průběhu zkoušky ve 2minutových intervalech nebo kratších, počínaje

začátkem zkoušky (zapálením alkoholu);

- viditelné světlo procházející měřicí sekci průběžně zaznamenávané během zkoušky (v %);
- rychlost proudění vzduchu na vstupu v průběhu zkoušky měřená ve 2minutových intervalech nebo kratších v měřicí sekci (m^3/s);
- chování viditelného ohně na zkoušeném objektu.

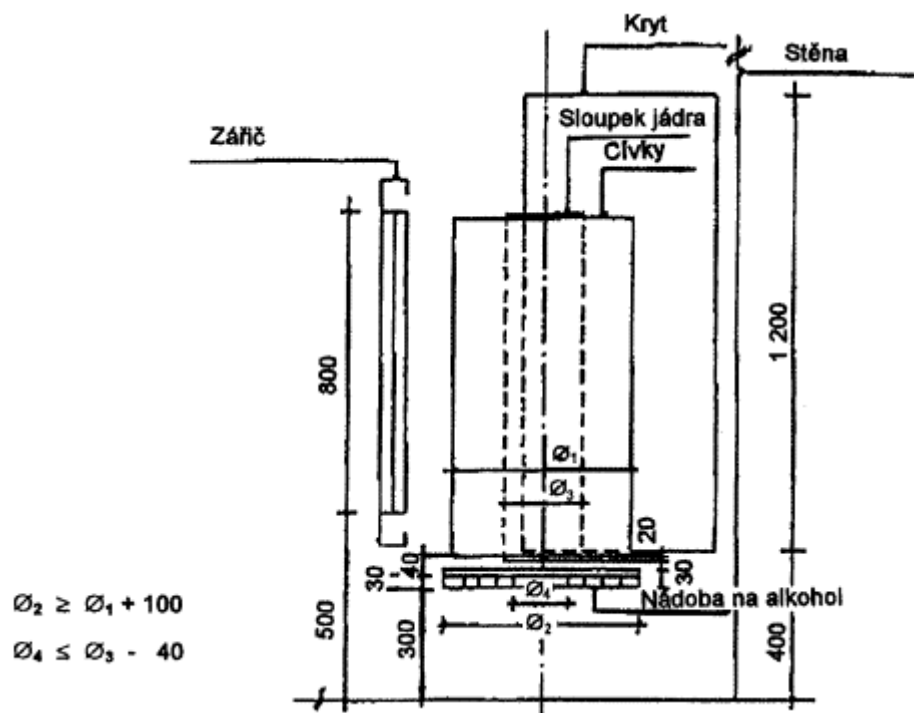
ZC.3.8 Kritéria pro vyhodnocování výsledku zkoušky

Zkoušený objekt musí být považován za vyhovující této zkoušce, jestliže splňuje následující kritéria:

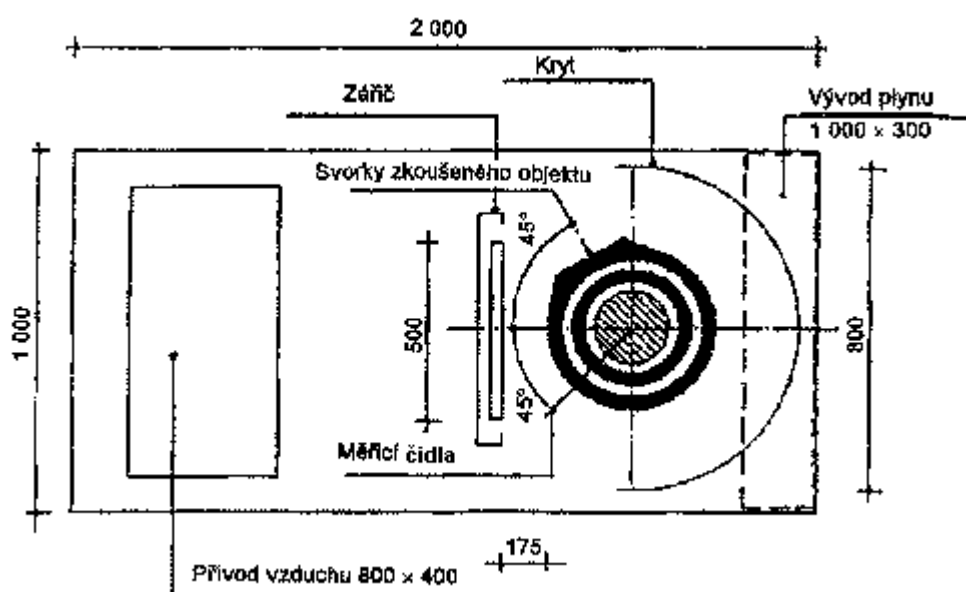
- oteplení nad okolím plynů v měřicí sekci v komíně nesmí během zkoušky překročit 420 K;
- oteplení nad okolím plynů v měřicí sekci v komíně nesmí překročit 140 K 5 minut po vypnutí vyhřívacího panelu (45 minut po začátku zkoušky) a musí klesat při měření v 10minutových intervalech;
- oteplení plynů v měřicí sekci v komíně nesmí překročit 80 K po 60 minutách od začátku zkoušky. Předpokládá se, že tyto podmínky dokazují samozhášení ohně;

POZNÁMKA Může být připuštěno vyšší oteplení, jestliže nashromážděná tepelná energie zabraňuje poklesu teploty při přirozeném proudění vzduchu.

- aritmetická střední hodnota činitele prostupu světla v měřicí sekci vztažená na optickou dráhu 1 m v kouři, měřená mezi 20 minutami a 60 minutami po začátku zkoušky nesmí být menší než 20 % (indikativ).



Obrázek ZC.2a



Obrázek ZC.2.b

Rozměry v mm

Obrázek ZC.2 - Zdroje zapálení - Detaily

Instalace a bezpečnost suchých transformátorů

ZD.1 Příručky

Instrukční příručky týkající se požadavků na instalaci, požadavků na přepravu, stavbu, údržbu a provoz by měly být poskytnuty odběrateli dodavatelem, zvláště při dodávce prototypu danému odběrateli. Pokud není jinak stanoveno v kontraktu, považuje se za dobrý postup předat tyto příručky předem, aby se umožnilo odběrateli zkontrolovat správnost instalace a podniknout kroky k organizování přepravy a výstavby, jestliže je to použitelné.

ZD.2 Instalace

ZD.2.1 Všeobecně

Bezpečnost při použití transformátorů může být posuzována z různých hledisek:

- vlastní bezpečnost transformátoru, která souvisí s vyloučením nebezpečných událostí vyplývajících z vnitřní poruchy;
- bezpečnost vyplývající z přijatých kroků v instalačních opatřeních proti nevyhnutelným událostem;
- omezení následků vnějších událostí.

Národní zákony a předpisy ukládají v některých zemích kroky, které by měly být podniknuty ke zlepšení bezpečnosti v bodech b) a c) uvedených výše.

HD 637 S1 a národní normy vymezují instalační požadavky, které by měly být dodržovány.

POZNÁMKA Národní zákony a předpisy mají přednost před touto informativní přílohou.

Následující články dávají některé příklady kroků, které by měly být podniknuty jak ze strany dodavatele tak i odběratele pro zajištění přijatelného stupně bezpečnosti.

ZD.2.2 Vlastní bezpečnost

Splnění požadavků obsažených v této normě poskytuje nezbytnou spolehlivost vzhledem k nebezpečným poruchám uvnitř transformátoru. Pro hlavní součásti jsou vhodné příslušné normy. Instrukce výrobce na zatěžovací schopnosti by měly být dodržovány a směrnice pro zatěžování jsou dostupné v národních normách.

Mohou být vhodné následující konkrétní body:

- izolační hladiny a zkoušky;
- maximální výkon tepla vyplývající ze zaručených ztrát a zkoušek;
- maximální teplota v provozu;
- systematická údržba transformátoru, jeho příslušenství a ochran. K těmto bodům by mohl být poskytnut manuál;

- manuál by měl dát směrnici k údržbě založené na aktuálním stavu;
- použití transformátoru třídy F1 v případě nebezpečí požáru (vnějšího nebo vnitřního).

ZD.2.3 Instalační opatření

Opatření pro instalaci jsou obsažena v národních zákonech a předpisech, v národních normách a v HD 637.

Návrháři instalace by měli vzít v úvahu následující nevyčerpávající seznam bodů:

- chladicí systém by měl být dostatečný pro udržení teploty okolního vzduchu pod stanovenými maximálními mezemi;
- přiměřená ochrana proti přechodným přepětím vytvářeným systémem nebo bleskem;
- nadproudová ochrana a vlastní zkratová odolnost transformátoru;

Strana 37

- jiné ochrany na transformátoru (kontakty na zařízení indikujícím teplotu, atd.) a v instalaci (relé, pojistky, atd.);
- rizika a následky opatření proti požáru s původem ve vlastním transformátoru nebo v jiném místě;
- vyloučení přímého kontaktu se živými částmi nebo horkými částmi a omezení přítomnosti lidí v případě poruchy;
- omezení hlukových emisí mimo instalaci;
- může být nezbytná kontrola emise magnetického pole pro sběrnice nebo kabely;
- opatření k zabránění kontaminace okolního vzduchu;
- zabránit tvorbě a akumulaci plynů.

Strana 38

Příloha ZE (normativní)

Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace

Do této evropské normy jsou začleněna formou datovaných nebo nedatovaných odkazů ustanovení z

jiných publikací. Tyto normativní odkazy jsou uvedeny na vhodných místech textu a seznam těchto publikací je uveden níže. U datovaných odkazů se pozdější změny nebo revize kterékoliv z těchto publikací vztahují na tuto evropskou normu jen tehdy, pokud do ní byly začleněny změnou nebo revizí. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání příslušné publikace (včetně změn).

POZNÁMKA Pokud byla nějaká mezinárodní publikace modifikována společnou modifikací, což je vyznačeno pomocí (mod), používá se příslušná EN/HD.

<u>Publikace</u>	<u>Rok</u>	<u>Název</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Rok</u>
IEC 60050	1979	Mezinárodní elektrotechnický slovník	-	-
IEC 60071	soubor	Koordinace izolace	EN 60071	
IEC 60076-1 (mod)		Výkonové transformátory Část 1: Všeobecně	EN 60076-1	
IEC 60076-2 (mod)		Část 2: Oteplení	EN 60076-2	
IEC 60076-3		Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti	EN 60076-3	
IEC 60076-5		Část 5: Zkratová odolnost	EN 60076-5	
IEC 60270		Technika zkoušek vysokým napětím - Měření částečných výbojů	EN 60270	
IEC 60529		Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)	EN 60529	
IEC 60551		Stanovení hladin hluku	1)	

-- Vynechaný text --