

2002

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| | Elektroizolační materiály - Vlastnosti tepelné odolnosti - Část 1: Proces stárnutí a vyhodnocení výsledků zkoušky | ČSN EN 60216-1 34 6416 |
|--|--|----------------------------------|

idt IEC 60216-1:2001

Electrical insulating materials - Properties of thermal endurance -
Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results

Matériaux isolants électriques - Propriétés d'endurance thermique -
Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai

Elektroisoliestoffe - Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens -
Teil 1: Warmlagerungsverfahren und Auswertung von Prüfergebnissen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60216-1:2001. Evropská norma EN 60216-1:2001 má status české technické normy.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60216-1:2001. The European Standard EN 60216-1:2001 has the status of a Czech Standard.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN 34 6501 z 1985-03-28.

© Český normalizační institut,
2002

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

65239

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Tato norma zavádí nově současnou terminologii, nebo» původní norma odkazuje na zkušební metody a parametry z již neexistujících dokumentů.

Citované normy

IEC 60050(212):1990 zavedena v ČSN IEC 50(212):1995 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník - Kapitola 212: Tuhé, kapalné a plynné izolanty (idt IEC 50(212):1990)

IEC 60212:1971 zavedena v ČSN IEC 212:1997 (34 6401) Standardní podmínky používané před zkoušením a během zkoušení pevných izolačních materiálů (idt IEC 212:1971; idt HD 437:1984)

IEC 60216-2:1990 zavedena v ČSN IEC 216-2:1995 (34 6416) Pokyn pro stanovení vlastností tepelné odolnosti elektroizolačních materiálů. Část 2: Volba kritérií zkoušek (idt IEC 216-2:1990; idt HD 611.2 S1:1992)

IEC 60216-3 dosud nezavedena

IEC 60216-4-1:1990 zavedena v ČSN IEC 216-4-1:1995 (34 6416) Pokyn pro stanovení vlastností tepelné odolnosti elektroizolačních materiálů. Část 4: Pece na stárnutí materiálů. Oddíl 1: Jednokomorové pece (idt IEC 216-4-1:1990; idt HD 611.4.1 S1:1992)

IEC 60493-1:1974 zavedena v ČSN IEC 493-1:1996 (34 6420) Pokyn pro statistickou analýzu údajů zkoušek stárnutí. Část 1: Metody založené na středních hodnotách normálně rozdělených výsledků zkoušek (idt IEC 493-1:1974)

ISO 291:1997 zavedena v ČSN EN ISO 291:1998 Plasty. Standardní prostředí pro kondicionování a zkoušení (idt EN ISO 291:1997)

ISO 2578:1993 zavedena v ČSN EN ISO 2578:1999 Plasty - Stanovení mezních hodnot čas-teplota po dlouhotrvajícím působení tepla (idt EN ISO 2578:1998)

ISO 11346:1997 dosud nezavedena

Informativní údaje z IEC 60216-1:2001

Mezinárodní norma IEC 60216-1 byla připravena subkomisí 15E: Zkušební metody, technické komise IEC 15: Izolační materiály.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

| | |
|--------------|--------------------|
| FDIS | Zpráva o hlasování |
| 15E/153/FDIS | 15E/155/RVD |

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

Tato publikace byly navržena v souladu se směrnici ISO/IEC, Část 3.

Budoucí normy tohoto souboru ponesou výše uvedený nový všeobecný název. Názvy stávajících norem tohoto souboru budou změněny při příští verzi.

Přílohy A, B a C jsou pouze informativní.

Komise rozhodla, že obsah tohoto vydání zůstane nezměněn do roku 2006. Poté bude vydání:

- přepracováno;
- zrušeno;
- nahrazeno revidovaným vydáním
- nebo změněno.

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Petr Mach, Plzeň, IČO 44635788

Technická normalizační komise: TNK 110 Elektroizolační materiály

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Zuzana Nejezchlebová, CSc.

Strana 3

| | |
|---|--------------------------|
| EVROPSKÁ NORMA EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM | EN 60216-1 Říjen 2001 |
|---|--------------------------|

ICS 17.220.99; 29.035.01
S1:1992

Nahrazuje HD 611.1

Elektroizolační materiály - Vlastnosti tepelné odolnosti
Část 1: Proces stárnutí a vyhodnocení výsledků zkoušky
(IEC 60216-1:2001)

Electrical insulating materials - Properties of thermal endurance
Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results
(IEC 60216-1:2001)

Matériaux isolants électriques - Propriétés
d'endurance thermique
Partie 1: Méthodes de vieillissement
et évaluation des résultats d'essai
(CEI 60216-1:2001)

Elektroisolierstoffe - Eigenschaften hinsichtlich
des thermischen Langzeitverhaltens
Teil 1: Warmlagerungsverfahren und
Auswertung
von Prüfergebnissen
(IEC 60216-1:2001)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2001-10-01. 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, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Portugalska, Rakouska, Řecka, Spojeného království, Španělska, Švédsko 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

© 2001 CENELEC. Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli

Ref. č. EN 60216-1:2001 E

prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Strana 4

Předmluva

Text dokumentu 15E/153/FDIS, budoucího 5. vydání IEC 60216-1, vypracovaný v SC 15E, Zkušební metody, komise IEC TC 15: Izolační materiály, byl předložen IEC-CENELEC k paralelnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 60216-1 dne 2001-10-01.

Tato evropská norma nahrazuje HD 611.1 S1:1992.

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) 2002-07-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2004-10-01

Přílohy označené jako „normativní“ jsou součástí této normy.

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

V této normě je příloha ZA normativní a přílohy A, B a C jsou informativní.

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60216-1:2001 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod

..... 7

1 Rozsah
platnosti

.....
8

2 Normativní
odkazy

..... 8

3 Termíny, definice, značky a
zkratky..... 9

3.1 Termíny a
definice.

..... 9

3.2 Značky a
zkratky.

.....
10

4 Přehled pracovních
postupů..... 11

4.1 Celé
postupy.

.....
.. 11

4.2 Zjednodušené numerické a grafické postupy
vyhodnocování..... 11

5 Podrobné experimentální
postupy..... 11

5.1 Volba zkušebních
postupů..... 11

5.1.1 Obecné
úvahy

.....
.. 11

| | | |
|--------------|---|----|
| 5.1.2 | Specifické pokyny pro stanovení TI..... | 12 |
| 5.1.3 | Stanovení TI pro doby jiné než 20 000 hodin..... | 12 |
| 5.2 | Výběr koncových bodů..... | 12 |
| 5.3 | Příprava a počet zkušebních vzorků..... | 12 |
| 5.3.1 | Příprava | 12 |
| 5.3.2 | Počet vzorků | 13 |
| 5.4 | Stanovení výchozí hodnoty vlastnosti..... | 13 |
| 5.5 | Teplota a doba expozice | 13 |
| 5.6 | Pece na stárnutí | 14 |
| 5.7 | Podmínky okolního prostředí..... | 14 |
| 5.7.1 | Atmosférické podmínky během stárnutí | 14 |
| 5.7.2 | Podmínky pro měření vlastnosti..... | 14 |
| 5.8 | Postup stárnutí. | 14 |
| 5.8.1 | Postup používající nedestruktivní zkoušku..... | 15 |
| 5.8.2 | Postup používající zkoušku odolnosti..... | 15 |

| | | |
|--------------|---|----|
| 5.8.3 | Postup používající destruktivní zkoušku..... | 15 |
| 6 | Vyhodnocení | 15 |
| 6.1 | Numerická analýza zkušebních dat..... | 15 |
| 6.2 | Charakteristiky tepelné odolnosti a tvary..... | 16 |
| 6.3 | Doby pro dosažení koncového bodu, hodnoty x a y..... | 16 |
| 6.3.1 | Nedestruktivní zkoušky..... | 16 |
| 6.3.2 | Zkoušky odolnosti | 16 |
| 6.3.3 | Destruktivní zkoušky | 17 |
| 6.4 | Střední hodnoty a výběrové rozptyly..... | 17 |
| 6.4.1 | Úplná data | 17 |
| 6.4.2 | Neúplná (cenzorovaná) data..... | 17 |
| 6.5 | Vážený průměr a výběrové rozptyly a regresní analýza..... | 17 |
| 6.6 | Statistické testy a požadavky na data..... | 17 |
| 6.6.1 | Data všech typů | 17 |

| | |
|---|----|
| 6.6.2 Zkoušky odolnosti | 18 |
| 6.6.3 Destruktivní zkoušky | 18 |
| 6.7 Graf tepelné odolnosti a charakteristiky tepelné odolnosti | 18 |
| 6.8 Protokol o zkoušce. | 19 |
| 7 Zjednodušené postupy | 19 |
| 7.1 Rámcový popis postupů | 19 |
| 7.2 Experimentální postupy | 19 |
| 7.2.1 Volba diagnostické zkoušky | 19 |
| 7.2.2 Volba koncového bodu | 20 |
| 7.2.3 Zkušební vzorky | 20 |
| 7.3 Expoziční teploty. | 20 |
| 7.4 Pece na stárnutí | 20 |
| 7.5 Pracovní postup. | |

| | |
|------------------|--|
| 21 | |
| 7.5.1 | Výchozí hodnoty vlastnosti..... |
| 21 | |
| 7.5.2 | Proces stárnutí..... |
| . 21 | |
| 7.6 | Zjednodušené postupy výpočtu..... |
| | 21 |
| 7.6.1 | Doby pro dosažení koncového bodu..... |
| | 21 |
| 7.6.2 | Výpočet regresní přímky..... |
| 21 | |
| 7.6.3 | Výpočet odchylky od linearity..... |
| | 22 |
| 7.6.4 | Teplotní index a půlící interval..... |
| | 22 |
| 7.6.5 | Platnost zjednodušených výpočtů..... |
| | 23 |
| 7.6.6 | Protokol o zkoušce..... |
| | 23 |
| Příloha A | (informativní) Rozptyl a nelinearita..... |
| | 28 |
| Příloha B | (informativní) Teplota a doba expozice..... |
| | 29 |
| Příloha C | (informativní) Pojmy v dřívějších vydáních..... |
| | 31 |
| Obrázek 1 | Vlastnosti výběrového rozptylu - Určení doby pro dosažení koncového bodu při každé teplotě (destruktivní a nedestruktivní zkoušky)..... |
| | 24 |
| Obrázek 2 | Odhad dob pro dosažení koncového bodu - hodnota vlastnosti (osa y, libovolné jednotky) versus doba (osa x, logaritmus stupnice, libovolné jednotky)..... |
| | 25 |
| Obrázek 3 | Destruktivní zkoušky - Odhad doby pro dosažení koncového |

| | |
|---|----|
| bodů..... | 26 |
| Obrázek 4 Graf tepelné závislosti..... | 27 |
| Obrázek C.1 Relativní teplotní index..... | 32 |
| Tabulka 1 Navržené teploty a doby expozice..... | 23 |
| Tabulka B.1 Skupiny | 30 |
| ... 30 | |
| Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace..... | 33 |

Strana 7

Úvod

Shromažďování tepelných schopností elektroizolačních materiálů založené na zkušenostech se ukázalo jako nepraktické vinou rychlého rozvoje polymerových a izolačních technologií a dlouhého času potřebného k získání patřičných zkušeností z provozu. K získání nezbytných informací proto byly třeba procesy zrychleného stárnutí a zkušební postupy. Byla vypracována řada norem IEC 60216 k formulování těchto procesů a k interpretaci jejich výsledků.

Fyzikálně-chemické modely vypracované pro procesy stárnutí vedly k takřka univerzálnímu přijetí Arrheniova modelu k popisu rychlosti stárnutí. Z toho vyplývá pojem teplotního indexu (TI) jako jednobodové charakteristiky založené na údajích zrychleného stárnutí. Je to numerická hodnota teploty ve °C, při které dosáhne vybraná vlastnost hodnoty koncového bodu za definovaný čas (obvykle 20 000 hodin).

POZNÁMKA Termín Arrhenius je široce používán (a chápán) jako lineární vztah mezi logaritmem času a převrácenou hodnotou termodynamické teploty (absolutní nebo v kelvinech). Správné použití je omezeno na takový vztah mezi konstantou rychlosti reakce a termodynamickou teplotou. V této normě se jedná o běžné použití.

Velké statistické odchylky zkušebních dat, které se vyskytly spolu s častou podstatnou odchylkou od ideálního chování, prokazovaly potřebu zkoušek k získání platného základního fyzikálně-chemického modelu. Aplikace konvenčních statistických testů, jak je stanovena v IEC 60493, splňovala tento požadavek, když měla za výsledek „konfidenční mez“ (TC), ale jednoduchý jednobodový TI byl shledán neodpovídající k popisu schopnosti materiálů. To vedlo k pojmu TEP (profil tepelné odolnosti), uvedenému ve druhém vydání této části IEC 60216, doplňujícím teplotní index, k jeho změnám během specifikované doby stárnutí, a ke konfidenční mezi.

Komplikujícím faktorem je to, že vlastnosti materiálu podrobeného procesu stárnutí se nemusí

zhoršovat stejnou rychlostí, a že pro různé aplikace mohou platit různé koncové body. Z toho plyne, že materiál může mít více než jeden teplotní index, odvozený například z měření různých vlastností a použití různých koncových bodů.

Užitečným doplňkem k normě byl relativní teplotní index (RTI), získaný současným stárnutím známého referenčního materiálu se zkoušeným materiálem, eliminující některé z nejistot spojených například s regulací teploty pece.

Bylo všeobecně zjištěno, že statistický konfidenční index zahrnutý v TEP nebyl široce pochopen ani používán. Nicméně statistické testy byly považovány za nezbytné, zejména po malých modifikacích, které zlepšily praktické okolnosti: byl zaveden pojem půlící interval (HIC), který indikuje rychlost změn při stárnutí s teplotou. TEP byl pak opuštěn s tím, že TI a HIC jsou zaznamenávány způsobem, který indikuje, zda statistické testy jsou naprosto splněny. Ve stejném čase byly metody výpočtů zdokonaleny, aby umožňovaly statistické testy dat a diagnostických vlastností jakéhokoliv typu, včetně výpočtů z neúplných dat. Metody výpočtů (nyní už zcela komplexní) byly upraveny pro použití počítačových programů vhodných pro levné osobní počítače.

V době přípravy tohoto vydání bylo rozhodnuto, že RTI by měl být předmětem zvláštní normy.

Současně s vývojem řady IEC 60216 byly vyvíjeny i jiné normy v ISO, zabývající se podobnými požadavky pro plasty a pryže. Jsou to normy ISO 2578 a ISO 11346, které používají méně pečlivé statistické metody a omezenější experimentální techniky. Předpokládá se, že široká dostupnost počítačové techniky a zavedení zjednodušených metod odstraní potřebu těchto zvláštních norem.

IEC 60216, která popisuje vlastnosti tepelné odolnosti elektroizolačních materiálů, se skládá z několika částí:

Část 1: Proces stárnutí a vyhodnocení výsledků zkoušky;

Část 2: Volba kritérií zkoušek;

Část 3: Předpisy pro výpočet charakteristik dlouhodobé tepelné odolnosti;

Část 4-1: Pece na stárnutí - Jednokomorové pece;

Část 4-2: Pece na stárnutí - Přesné pece pro použití do 300 °C;

Část 4-3: Pece na stárnutí - Vícekomorové pece;

Část 5: Směrnice pro použití charakteristik tepelné odolnosti.

POZNÁMKA Tento seznam může být rozšířen. Pro revize a nové části viz současný katalog IEC podle seznamu k danému datu.

1 Rozsah platnosti

Tato část normy IEC 60216 specifikuje všeobecné podmínky stárnutí a používané výpočty pro odvozování charakteristik tepelné odolnosti a dává návod k používání podrobných instrukcí a směrnic v dalších částech normy.

Jsou uvedeny i zjednodušené výpočty s podmínkami, za kterých mohou být tyto výpočty používány.

I když byly původně vyvinuty elektroizolační materiály a jednoduché kombinace těchto materiálů, výpočty mají všeobecnou platnost a jsou široce uplatňovány i pro materiály, které nejsou elektrickými izolanty.

Aplikace této normy předpokládá, že existuje prakticky lineární závislost mezi logaritmem času potřebného ke změně vybrané vlastnosti a převrácenou hodnotou odpovídající absolutní teploty (Arrheniův model).

Pro platnou aplikaci normy by neměly nastávat ve studovaném rozsahu jednotlivé teplotní změny, zejména žádné změny prvního řádu.

V této normě se termínem „izolační materiály“ vždy rozumí „izolační materiály a jednoduché kombinace takových materiálů“.

2 Normativní odkazy

Součástí této normy jsou i ustanovení dále uvedených norem, na něž jsou odkazy v textu této části IEC 60216. Pro datované odkazy neplatí změny nebo revize těchto publikací. Avšak účastníci, kteří uzavírají dohody na podkladě této části IEC 60216, by měli využít nejnovější vydání dále uvedených normativních dokumentů. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání příslušného normativního dokumentu. Členové IEC a ISO udržují seznamy platných mezinárodních norem.

IEC 60050(212):1990 Mezinárodní elektrotechnický slovník - Kapitola 212: Tuhé, kapalné a plynné izolanty (*International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 212: Insulating solids, liquids and gases*)

IEC 60212:1971 Standardní podmínky používané před zkoušením a během zkoušení pevných izolačních materiálů

(Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials)

IEC 60216-2:1990 Pokyn pro stanovení vlastností tepelné odolnosti elektroizolačních materiálů - Část 2: Volba kritérií zkoušek

(Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials - Part 2: Choice of test criteria)

IEC 60216-3 Pokyn pro stanovení vlastností tepelné odolnosti elektroizolačních materiálů - Část 3: Předpisy pro výpočet charakteristik dlouhodobé tepelné odolnosti

(Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials - Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics)

IEC 60216-4-1:1990 Pokyn pro stanovení vlastností tepelné odolnosti elektroizolačních materiálů - Část 4: Pece na stárnutí materiálů - Oddíl 1: Jednokomorové pece

(Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials - Part 4: Ageing ovens - Section 1: Single-chamber ovens)

IEC 60493-1:1974 Pokyn pro statistickou analýzu údajů zkoušek stárnutí - Část 1: Metody založené na středních hodnotách normálně rozdělených výsledků zkoušek

(Guide for the statistical analysis of ageing test data - Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test results)

ISO 291:1997 Plasty - Standardní prostředí pro kondicionování a zkoušení

(Plastics - Standard atmospheres for conditioning and testing)

ISO 2578:1993 Plasty - Stanovení mezních hodnot čas-teplota po dlouhotrvajícím působení tepla

(Plastics - Determination of time-temperature limits after prolonged exposure to heat)

ISO 11346:1997 Pryž, vulkanizovaná nebo termoplastická - Určení časového limitu a maximální teploty pro použití při Arrheniově modelu

(Rubber, vulcanized or thermoplastic - Estimation of life-time and maximum temperature of use from an Arrhenius plot)

-- Vynechaný text --