

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 17.240; 29.035.01 **Duben 2013**

Elektrotechnické izolační materiály - Stanovení účinků ionizujícího záření na izolační materiály - Část 2: Postupy pro ozařování a zkoušky

ČSN
EN 60544-2
34 6411

idt IEC 60544-2:2012

Electrical insulating materials - Determination of the effects of ionizing radiation on insulating materials -
Part 2: Procedures for irradiation and test

Matériaux isolants électriques - Détermination des effets des rayonnements Ionisants sur les matériaux isolants -
Partie 2: Méthodes d'irradiation et d'essai

Elektroisolierstoffe - Bestimmung der Auswirkungen ionisierender Strahlung auf Isolierstoffe -
Teil 2: Verfahren zur Bestrahlung und Prüfung

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60544-2:2012. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60544-2:2012. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN IEC 544-2 (34 6411) ze srpna 1997.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

V této normě jsou oproti ČSN IEC 544-2:1997 aktualizovány normativní odkazy a některé pojmy.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60093 zavedena v ČSN IEC 93 (34 6460) Skúšky tuhých elektroizolačných materiálov, Metódy merania vnútornej rezistivity a povrchovej rezistivity tuhých elektroizolačných materiálov

IEC 60167 zavedena v ČSN IEC 167 (34 6461) Skúšky tuhých elektroizolačných materiálov, Skúšobné metódy na stanovenie izolačného odporu tuhých elektroizolačných materiálov

IEC 60212 zavedena v ČSN EN 60212 (34 6401) Standardní podmínky používané před zkoušením

a během zkoušení pevných elektroizolačních materiálů

IEC 60243-1 zavedena v ČSN EN 60243-1 (34 6463) Elektrická pevnost izolačních materiálů – Zkušební metody – Část 1: Zkoušky při průmyslových kmitočtech

IEC 60544-1 zavedena v ČSN EN 60544-1 (34 6411) Elektrotechnické izolační materiály – Stanovení účinků ionizujícího záření – Část 1: Interakce ionizujícího záření a dozimetrie

IEC 60544-4 zavedena v ČSN EN 60544-4 (34 6411) Elektrotechnické izolační materiály – Stanovení účinků ionizujícího záření – Část 4: Systém klasifikace pro provoz v radiačních prostředích

ISO 37 zavedena v ČSN ISO 37 (62 1436) Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tahových vlastností

ISO 48 zavedena v ČSN ISO 48 (62 1433) Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení tvrdosti (tvrdost mezi 10 IRHD a 100 IRHD)

ISO 178 zavedena v ČSN EN ISO 178 (64 0607) Plasty – Stanovení ohybových vlastností

ISO 179 (soubor) zaveden v souboru ČSN EN ISO 179 (64 0612) Plasty – Stanovení rázové houževnatosti metodou Charpy

ISO 527 (soubor) zaveden v souboru ČSN EN ISO 527 (64 0604) Plasty – Stanovení tahových vlastností

ISO 815 (soubor) zaveden v souboru ČSN EN ISO 815 (62 1456) Pryž, vulkanizovaný nebo termoplastický elastomer – Stanovení trvalé deformace v tlaku

ISO 868 zavedena v ČSN EN ISO 868 (64 0624) Plasty a ebonit – Stanovení tvrdosti vtlačováním hrotu tvrdoměru (tvrdost Shore)

Informativní údaje z IEC 60544-2:2012

Mezinárodní normu IEC 60544-2 vypracovala technická komise IEC/TC 112 *Hodnocení a kvalifikace elektroizolačních materiálů a systémů*.

Toto třetí vydání zrušuje a nahrazuje druhé vydání z roku 1991. Toto vydání je jeho technickou revizí.

Toto vydání zahrnuje následující významné technické změny s ohledem na předchozí vydání:

– seřazení s nově vydanými normami SC 45A stejně jako s ostatními částmi v souboru IEC 60544.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS	Zpráva o hlasování
112/208/FDIS	112/216/RVD

Úplnou informaci o hlasování lze najít ve zprávě o hlasování ve výše uvedené tabulce.

Tato publikace byla vypracována v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 2.

Seznam všech částí souboru norem IEC 60544 se společným názvem *Elektrotechnické izolační materiály – Stanovení účinků ionizujícího záření na izolační materiály* je možno nalézt na webových stránkách IEC.

Budoucí normy tohoto souboru budou nést nový obecný název, jak je uvedeno výše. Názvy existujících norem tohoto souboru budou aktualizovány při dalším vydání.

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

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

Souvisící ČSN

ČSN EN 60544-1 (34 6411) Elektrotechnické izolační materiály – Stanovení účinků ionizujícího záření – Část 1: Interakce ionizujícího záření a dozimetrie

ČSN EN 60544-4 (34 6411) Elektrotechnické izolační materiály – Stanovení účinků ionizujícího záření – Část 4: Systém klasifikace pro provoz v radiačních prostředích

ČSN EN 60544-5 ed 2 (34 6411) Elektrotechnické izolační materiály – Stanovení účinků ionizujícího záření – Část 5: Postupy hodnocení stárnutí během provozu

Vypracování normy

Zpracovatel: ORGREZ a. s., IČ 46900829, doc. Ing. Pavel Trnka, Ph.D.

Technická normalizační komise: TNK 110 Elektroizolační materiály

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Milan Dian

EVROPSKÁ NORMA EN 60544-2
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Říjen 2012

ICS 17.240; 29.035.01

**Elektrotechnické izolační materiály – Stanovení účinků ionizujícího záření
na izolační materiály –
Část 2: Postupy pro ozařování a zkoušky
(IEC 60544-2:2012)**

Electrical insulating materials – Determination of the effects of ionizing radiation
on insulating materials –
Part 2: Procedures for irradiation and test
(IEC 60544-2:2012)

Matériaux isolants électriques – détermination
des effets des rayonnements ionisants
sur les matériaux isolants –
Partie 2: Méthodes d'irradiation et d'essai
(CEI 60544-2:2012)

Elektroisolierstoffe – Bestimmung der Auswirkungen ionisierender
Strahlung auf Isolierstoffe –
Teil 2: Verfahren zur Bestrahlung und Prüfung
(IEC 60544-2:2012)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2012-08-13. Členové CENELEC jsou povinni splnit vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací uděluje status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru CEN-CENELEC 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 Řídicímu centru CEN-CENELEC, má stejný status jako oficiální verze.

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

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Řídicí centrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel

© 2012 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. EN 60544-2:2012 E

Předmluva

Text dokumentu 112/208/FDIS, budoucího 3. vydání IEC 60544-2, vypracovaný technickou komisí IEC/TC 112 *Hodnocení a kvalifikace elektroizolačních materiálů a systémů*, byl předložen IEC-CENELEC k paralelnímu hlasování a schválen CENELEC jako EN 60544-2:2012.

Jsou stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení dokumentu na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení k přímému používání jako normy národní (dop) 2013-05-13
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2015-08-13

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CENELEC [a/nebo CEN] nelze činit odpovědným za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60544-2:2012 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Úvod	8
1 Rozsah platnosti	9
2 Citované dokumenty	9
3 Ozáření	10
3.1 Typ záření a dozimetrie	10
3.2 Podmínky ozařování	10
3.3 Příprava vzorků	11
3.4 Postupy ozařování	11
3.4.1 Řízení dávkového příkonu ionizujícího záření	11
3.4.2 Řízení teploty při ozařování	11
3.4.3 Ozařování ve vzduchu	11
3.4.4 Ozařování v prostředí jiném než vzduch	11
3.4.5 Ozařování ve vakuu	12
3.4.6 Ozařování při vysokém tlaku	12
3.4.7 Ozařování během mechanického namáhání	12
3.4.8 Ozařování během elektrického namáhání	12
3.4.9 Kombinované postupy ozařování	12
3.5 Post-radiační účinky	12
3.6 Předepsané podmínky ozáření	12
4 Zkouška	13
4.1 Obecně	13
4.2 Zkušební postupy	13
4.3 Hodnotící kritéria	13
4.3.1 Kritérium koncového bodu	13
4.3.2 Hodnoty absorbované dávky	14
4.4 Hodnocení	14
5 Protokol o zkoušce	15

5.1 Obecně 15

5.2 Materiál 15

5.3 Ozáření 15

5.4 Zkouška 15

5.5 Výsledky 15

Příloha A (informativní) Příklady zkušebních protokolů 16

Bibliografie 21

Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 23

Obrázek A.1 – Změna mechanických vlastností jako funkce absorbované dávky pro izolaci vinutí budící cívky,
cívky elektromagnetu 17

Obrázek A.2 – Průrazné napětí izolační pásky v závislosti na absorbované dávce 20

Tabulka 1 – Kritické vlastnosti a kritéria koncového bodu uvažované pro hodnocení klasifikace izolačních materiálů v prostředí ionizujícího záření 14

Tabulka A.1 – Příklad 1 – Izolace vinutí 16

Tabulka A.2 – Příklad 2 – Izolace kabelu 18

Tabulka A.3 – Příklad 3 – Izolační páska 19

Úvod

Při výběru izolačních materiálů pro použití v prostředí ionizujícího záření mají mít konstruktéři součástí k dispozici spolehlivé výsledky zkoušek pro porovnání potenciálně vhodných materiálů. Aby dávaly údaje o vlastnostech smysl, mají být získány u každého materiálu pomocí standardizovaných postupů. Tyto postupy by měly být navrženy tak, aby se projevil vliv změn provozních podmínek na významné vlastnosti. To je důležité zvláště v případech, kdy při normálních provozních podmínkách je materiál vystaven nízkému dávkovému příkonu a kdy byly izolační materiály vybrány na základě údajů o odolnosti vůči ionizujícímu záření, získaných ze zkoušek prováděných při vysokém dávkovém příkonu.

Podmínky prostředí musí být dobře regulovány a dokumentovány v průběhu měření účinků ionizujícího záření. Důležité parametry prostředí zahrnují teplotu, reaktivní prostředí a mechanické a elektrické namáhání působící během ozáření. Pokud je přítomen vzduch, složky vyvolané zářením mohou vstoupit do reakcí s kyslíkem, které by bez přítomnosti vzduchu neproběhly. Tyto reakce jsou odpovědné za pozorovaný vliv absorbované dávky u určitých typů polymerů, pokud jsou ozářeny ve vzduchu. Následkem toho mohou být hodnoty odporu řádově nižší, než když je vzorek ozářen ve vakuu nebo za přítomnosti inertního plynu. Toto je obecně nazýváno „účinek dávkového příkonu“, což je popsáno a zhodnoceno v odkazech [1] až [14].

POZNÁMKA Pro uživatele této části IEC 60544, kteří chtějí získat více podrobností, jsou citované odkazy uvedeny v bibliografii. Kde těmito odkazy nejsou publikace v mezinárodně dostupných

časopisech, adresy, pomocí kterých je možné citované odborné články získat, jsou uvedeny na konci odkazů.

Doba ozáření se může stát významnou z důvodu časově závislých komplikací způsobených:

- a. fyzikálními účinky jako oxidace omezená difuzí [8], [10]; a
- b. chemickými jevy jako stanovení rychlosti hydroperoxidové rozkladné reakce [10], [14].

Typické účinky omezené difuzí jsou běžně pozorovatelné ve studiích ozařování polymerů ve vzduchu. Jejich význam je závislý na vzájemném vztahu prostorového uspořádání polymeru s pronikáním kyslíku a rychlosti jeho spotřebování. Obojí je závislé na teplotě [10]. To znamená, že ozáření vzorků s větší tloušťkou ve vzduchu může způsobit oxidaci jen na površích exponovaných vzduchem. To vede ke změnám vlastností materiálu podobným těm, které jsou získány při ozáření v prostředí bez přítomnosti kyslíku. Proto, když má být materiál použit pro dlouhé období při nízkém dávkovém příkonu, vystavením stejné celkové dávce při vysokém dávkovém příkonu po kratší expoziční dobu nemusí být stanovena jeho dlouhodobá odolnost. Předchozí zkoušky nebo úvahy o tloušťce vzorku spolu s odhady pronikání kyslíku a rychlosti jeho spotřebování [8], [10] mohou přispět k eliminaci těchto problémů. Metoda použitelná pro eliminaci účinků difuze kyslíku pomocí zvyšování okolního tlaku kyslíku je předmětem výzkumu [8].

Ozářením vyvolané reakce jsou ovlivněny teplotou. Nárůst rychlosti reakcí s teplotou může vyústit ve vzájemný účinek ionizujícího záření a tepla. V případě běžněji používaného odhadu tepelného stárnutí se používá Arrheniův model využívající vztahy založené na základní chemické kinetice. Přes mnohé v současnosti prováděné výzkumy v oblasti metodik stárnutí ionizujícím zářením, je tato oblast stále nedostatečně rozvinuta [9]. Obecné vztahy zahrnující dávku, čas, Arrheniovu aktivační energii, dávkový příkon a teplotu jsou v současnosti předmětem zkoušek stárnutí [10-12]. Je nutné poznamenat, že se následná aplikace ionizujícího záření a tepla, tak jak se často praktikuje, může poskytnout různé výsledky závislé na tom, v jakém pořadí byly aplikovány. Vzájemné účinky nemusí být správně simulovány [13], [14].

Požadované elektrické a mechanické vlastnosti izolačních materiálů a akceptovatelné množství změn vyvolaných ionizujícím zářením jsou tak proměnlivé, že není možné stanovit přijatelné vlastnosti v rámci obecných doporučení. To samé platí pro podmínky ozáření. Z toho důvodu tato norma doporučuje jen několik vlastností a podmínek ozařování, které se na základě předchozích zkušeností prokázaly být vhodné. Doporučené vlastnosti pro sledování jsou pouze ty, které jsou zvláště citlivé na ionizující záření. Pro zvláštní aplikace mohou být vybrány jiné vlastnosti.

Část 1 normy IEC 60544 vytváří velmi obecný úvod do problémů spojených s hodnocením účinků ionizačního záření. Také poskytuje úvod do terminologie dozimetrie, několik metod ke stanovení expozice a absorbované dávky a metody výpočtu absorbované dávky ve specifickém materiálu podrobeném dozimetrické metodě. Tato část popisuje postupy pro ozařování a zkoušky. Část 4 normy IEC 60544 definuje třídící systém izolačních materiálů podle dlouhodobé odolnosti ionizujícímu záření. Vhodnost izolantů k použití v prostředí ionizujícího záření je charakterizována podle změn řady parametrů. Jde o návod pro výběr, označení a specifikaci izolačních materiálů. Předchozí část 3 normy IEC 60544 byla začleněna do současné části 2.

1 Rozsah platnosti

Tato norma specifikuje regulaci udržování podmínek během expozice při a po ozáření izolačních materiálů ionizujícím zářením před stanovením změn fyzikálních nebo chemických vlastností vyvolaných ionizujícím zářením.

Tato norma stanovuje počet potenciálně významných podmínek ozáření, stejně jako různé parametry, které mohou ovlivnit reakce vyvolané ionizujícím zářením za přítomnosti těchto podmínek.

Cílem této normy je zdůraznit důležitost výběru vhodných vzorků, podmínek expozice a zkušebních postupů pro stanovení účinků ionizujícího záření na vhodně zvolené vlastnosti. Protože mnoho materiálů se používá jak ve vzduchu, tak v inertním prostředí, jsou doporučovány standardní expoziční podmínky pro oba tyto případy.

Je nutné poznamenat, že tato norma nebere v úvahu měření, která se provádějí během ozařování.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.