

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 29.040 Červenec 2012

Olejem plněná elektrická zařízení - Odběr vzorků plynů a analýza volných a rozpuštěných plynů - Návod

ČSN
EN 60567
ed. 3
34 6725

idt IEC 60567:2011

Oil-filled electrical equipment - Sampling of gases and analysis of free and dissolved gases - Guidance

Matériels électriques immergés - Echantillonnage de gaz et analyse des gaz libres et dissous - Lignes directrices

Ölgefüllte elektrische Betriebsmittel - Probennahme von Gasen und Analyse freier und gelöster Gase - Anleitung

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60567:2011. 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 60567:2011. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2014-11-24 se nahrazuje ČSN EN 60567 ed. 2 (34 6725) z června 2006, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou je v souladu s předmluvou k EN 60567:2011 dovoleno do 2014-11-24 používat dosud platnou ČSN EN 60567 ed. 2 (34 6725) z června 2006.

Změny proti předchozí normě

V porovnání s předchozím vydáním EN 60567:2005, CIGRE TF.D1.01.15 bylo dosaženo pokroku v několika oblastech analýzy rozpuštěného plynu (DGA), zejména

- a. vzorkování oleje,
- b. laboratorní rozbory a koeficienty rozpustnosti plynů v neminerálních olejích,
- c. kalibrace extrakční metody „headspace“,
- d. citlivější detektory pro chromatografii,
- e. příprava vzduchem nasycených standardů
- f. vyhodnocení měření pomocí monitoru plynu.

Odběr vzorků oleje pro DGA z olejové zařízení byl přesunut z IEC 60567 do IEC 60475, jak je uvedeno v revidovaném názvu této normy.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60296 dosud nezavedena

IEC 60475:2011 zavedena v ČSN EN 60475:2012 (34 6702) Metodika vzorkování kapalných dielektrik

IEC 60599 zavedena v ČSN EN 60599 (34 6726) Elektrická zařízení v provozu plněná izolačním olejem – Pokyn pro interpretaci výsledků analýz rozpuštěných a volných plynů

ISO 5725 (soubor) zaveden v souboru ČSN ISO 5725 (01 0251) Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření

ASTM D2780 nezavedena

Informativní údaje z IEC 60567:2011

Tuto mezinárodní normu vypracovala technická komise IEC/TC 10 *Kapaliny pro elektrotechnické aplikace*.

Toto čtvrté vydání zrušuje a nahrazuje třetí vydání z roku 2005 a je jeho technickou revizí.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

| | |
|-------------|--------------------|
| FDIS | Zpráva o hlasování |
| 10/849/FDIS | 10/872/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.

Komise rozhodla, že obsah základní 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 ISO/IEC 17025 (01 5253) Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří

ČSN EN ISO 3675 (65 6011) Ropa a kapalně ropné výrobky – Laboratorní stanovení hustoty – Stanovení hustoměrem

Vysvětlivky k textu převzaté normy

V příložené tabulce jsou uvedeny termíny, u nichž je možné se setkat s různými českými překlady a v posledním sloupci je uveden český termín, používaný v této normě.

| anglický termín | český termín | použitý termín |
|----------------------------|--|------------------------------|
| septum | septum přepážka, která lze propíchnout jehlou a po jejím vynětí se otvor sevře | septum |
| stripping | vytěšňování, stripping | stripping |
| stripping apparatus | stripovací přístroj, stripér | stripovací přístroj, stripér |
| glove box | ochranná rukavicová skříň | glove box |
| glove bag | ochranný rukavicový vak | glove bag |
| peak | pík, vrchol, špička | pík |
| gas-in-oil standard | normál, kalibrační směs plynů rozpuštěných v oleji, | normál „gas-in-oil“ |
| „headspace“ | rozdělení plynů, prostor plynné fáze | „headspace“ |
| vakuum pump | vakuová pumpa, vývěva | vakuová pumpa, vývěva |
| plunger | píst, plunžr | píst |
| GC detectors | detektory plynového chromatografu GC detektory | GC detektory |
| slope/intercept | nahoru/dolů | „nahoru/dolů“ |
| Intercept/slope | dolů/nahoru | „dolů/nahoru“ |
| methanator | methanizér zařízení na převod CO a CO ₂ na methan | methanizér |
| DGA | analýza plynů rozpuštěných v oleji, DGA | DGA |
| on site | na místě provozu zařízení, na pozici, | na pozici |
| OLTC (on-load tap changer) | přepínač odboček pro přepínání pod zatížením, OLTC | OLTC |
| extractor | zařízení pro extrakci plynu z oleje za účelem získání plynného vzorku, extraktor | extraktor |
| hypodermic needle | subkutánní, hypodermická jehla | hypodermická jehla |
| syringe | injekční stříkačka pro odběr oleje | injekční stříkačka |
| slope/intercept | rovnice přímky: $y = mx + k$ | „slope/intercept“ |
| standard gas mixture | referenční, normálová směs plynů | normálová směs plynů |

V textu normy je v souladu s originálem přejímané normy použita jednotka ppm. Toto použití však je v rozporu s ČSN ISO 80000-1.

Vypracování normy

Zpracovatel: ORGREZ a. s., IČ 46900829, Ing. Jiří Brázdil, Ph.D., MBA

Technická normalizační komise: TNK 110 Elektroizolační materiály

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Zuzana Nejezchlebová, CSc.

EVROPSKÁ NORMA EN 60567
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Prosinec 2011

ICS 29.040 Nahrazuje EN 60567:2005

**Olejem plněná elektrická zařízení - Odběr vzorků plynů a analýza
volných a rozpuštěných plynů - Návod
(IEC 60567:2011)**

Oil-filled electrical equipment – Sampling of gases and analysis of free
and dissolved gases – Guidance
(IEC 60567:2011)

Matériels électriques immergés – Echantillonnage
de gaz et analyse des gaz libres et dissous – Lignes directrices
(CEI 60567:2011)

Ölgefüllte elektrische Betriebsmittel – Probenahme von Gasen
und Analyse freier und gelöster Gase – Anleitung
(IEC 60567:2011)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2011-11-24. 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 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, 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 a Švýcarska

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

© 2011 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 60567:2011 E

Předmluva

Text dokumentu 10/849/FDIS, budoucího čtvrtého vydání IEC 60567, vypracovaný technickou komisí IEC/TC 10 *Kapaliny pro elektrotechnické aplikace*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 60567:2011.

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
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu

(dop) 2012-08-24

(dow) 2014-11-24

Tento dokument nahrazuje EN 60567:2005.

EN 60567:2011 obsahuje následující významné technické změny ve vztahu k EN 60567:2005:

Od vydání EN 60567:2005, CIGRE TF.D1.01.15 dosáhla pokroku v několika oblastech analýzy plynů rozpuštěných v oleji (DGA), zejména:

- a) vzorkování oleje,
- b) laboratorní rozborů a koeficienty rozpustnosti plynů u neminerálních olejů,
- c) kalibrace „headspace“ extrakční metody,
- d) citlivější detektory pro chromatografii,
- e) příprava vzduchem nasycených normálů,
- f) vyhodnocení měření monitoru plynů.

Tato zlepšení jsou zahrnuta v EN 60567:2011.

Problematika odběru vzorků oleje pro DGA z olejem plněných zařízení byla přesunuta z EN 60567 do EN 60475, což se odráží v revidovaném názvu této normy.

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

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60567:2011 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod 10

1 Rozsah platnosti 11

2 Citované dokumenty 11

3 Odběr vzorků plynů z plynového (Buchholzova) relé 11

3.1 Obecná ustanovení 11

3.2 Odběr vzorků volných plynů injekční stříkačkou 12

3.2.1 Zařízení pro odběr vzorků 12

3.2.2 Postup při odběru vzorků 13

3.3 Odběr vzorků volných plynů vytěsňováním oleje. 13

3.4 Odběr vzorků volných plynů pomocí vakua 14

- 3.5** Odběr vzorků z olejem plněných zařízení 14
- 4** Označování vzorků plynů 15
- 5** Odběr vzorků, označování a přeprava oleje z olejem plněných zařízení 15
 - 5.1** Odběr a označování vzorků oleje 15
 - 5.2** Přenos oleje pro analýzu DGA 15
 - 5.2.1** Obecně 15
 - 5.2.2** Přenos z olejových (injekčních) stříkaček 15
 - 5.2.3** Přenos z ampulí 15
 - 5.2.4** Přenos z pružných kovových lahví 16
 - 5.2.5** Přenos ze skleněných a pevných kovových lahví 16
- 6** Příprava normálů „gas-in-oil“ 16
 - 6.1** Obecná ustanovení 16
 - 6.2** První metoda: příprava normálu velkého objemu „gas-in-oil“ 16
 - 6.2.1** Vybavení 16
 - 6.2.2** Postup 17
 - 6.2.3** Výpočet 19
 - 6.3** Druhá metoda: příprava standardů „gas-in-oil“ ve stříkačce nebo ve víále 20
 - 6.3.1** Vybavení 21
 - 6.3.2** Postup 21
- 7** Extrakce plynů z oleje 22
 - 7.1** Obecná ustanovení 22
 - 7.2** Vícenásobná vakuová extrakce užívající aparatury s Toeplerovu vývěvou 22
 - 7.2.1** Obecně 22
 - 7.2.2** Extrakční aparatura s Toeplerovou vývěvou 22
 - 7.2.3** Postup extrakce 24
 - 7.3** Vakuová extrakce metodou částečného odplynění 25
 - 7.3.1** Obecná ustanovení 25
 - 7.3.2** Přístroj pro částečné odplynění 25

| | | |
|--------------|---|----|
| 7.3.3 | Postup extrakce | 25 |
| 7.4 | Extrakční metoda stripping | 26 |
| 7.4.1 | Obecně | 26 |
| 7.4.2 | Stripovací přístroj (stripér) | 26 |
| 7.4.3 | Postup metody | 29 |
| 7.5 | Metoda „headspace“ | 30 |
| 7.5.1 | Princip metody | 30 |
| 7.5.2 | Značky a zkratky | 30 |
| 7.5.3 | Zařízení pro extrakci metodou head space | 31 |
| 7.5.4 | Postup extrakce „headspace“ | 34 |
| 7.5.5 | Kalibrace extraktoru „headspace“ | 37 |
| 8 | Analýza plynů adsorpční plynovou chromatografií | 39 |
| 8.1 | Obecná ustanovení | 39 |
| 8.2 | Přehled vhodných metod s použitím tabulky 4 | 40 |
| 8.3 | Zařízení | 40 |
| 8.3.1 | Plynový chromatograf | 40 |
| 8.3.2 | Kolony | 40 |
| 8.3.3 | Nosný plyn | 40 |
| 8.3.4 | Detektory | 40 |
| 8.3.5 | Methanizér | 41 |
| 8.3.6 | Vymrazovačka | 42 |
| 8.3.7 | Integrátor a zapisovač | 42 |
| 8.4 | Příprava přístrojů | 42 |
| 8.5 | Analýzy | 42 |
| 8.6 | Kalibrace chromatografu | 43 |
| 8.7 | Výpočty | 43 |
| 9 | Kontrola kvality | 43 |

9.1 Ověření celého analytického systému 43

9.2 Detekční limity a kvantifikace 44

9.3 Opakovatelnost, reprodukovatelnost a přesnost 44

9.3.1 Obecná ustanovení 44

9.3.2 Opakovatelnost 44

9.3.3 Reprodukovatelnost 45

9.3.4 Přesnost 45

10 Protokol o výsledcích 46

Příloha A (informativní) Korekce výpočtem pro neúplnou extrakci plynů metodou částečného odplynění 47

Příloha B (informativní) Verze bezrtuťové a vytřepávací zkoušky standardních metod extrakce 48

Příloha C (informativní) Příprava vzduchem nasycených normálů 50

Příloha D (informativní) Korekce plynových bublin v injekčních stříkačkách a vzduchové mezery v tuhých lahvích 51

Příloha E (informativní) Postup při porovnávání odečtů monitoru plynů s laboratorními výsledky 52

Bibliografie 53

Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 54

Obrázek 1 - Vzorkování plynu injekční stříkačkou 12

Obrázek 2 - Odběr vzorků volných plynů vytlačení olejem 13

Obrázek 3 - Odběr vzorků volných plynů pomocí vakua 14

Obrázek 4 - První metoda přípravy normálů „gas-in-oil“ 18

Obrázek 5 - Druhá metoda přípravy normálů „gas-in-oil“ 20

Strana

Obrázek 6 - Příklad extrakční aparatury Toeplerovy vývěvy 23

Obrázek 7 - Typy skleněných stripérů 27

Obrázek 8 - Stripér z korozi-vzdorné oceli 28

Obrázek 9 - Chematické uspořádání pro připojení olejového stripéru k plynovému chromatografu 29

Obrázek 10 - Schematické znázornění vzorkovače „headspace“ 30

Obrázek 11 – Víala naplněná vodou 32

Obrázek 12 – Otočný stůl 33

Obrázek 13 – Schematické uspořádání plynové chromatografie 41

Obrázek B.1 – Schematické znázornění metod v Příloze B 49

Tabulka 1 – Požadované informace pro vzorky plynů 15

Tabulka 2 – Příklady provozních podmínek pro „headspace“ 34

Tabulka 3 – „Headspace“ dělicí koeficienty při 70 °C v minerálním izolačním oleji 38

Tabulka 4 – Příklady provozních podmínek plynové chromatografie 39

Tabulka 5 – Požadované limity detekce v oleji 44

Tabulka 6 – Příklady přesnosti extrakčních metod 45

Tabulka A.1 – Příklady koeficientů rozpustnosti a_i (při 25 °C) uváděné CIGRE TF D1.01.15 47

Tabulka C.1 – Příklady hodnot rozpustnosti vzduchu pro různé druhy olejů 50

Tabulka C.2 – Příklady změn rozpustnosti pro kyslík a dusík v minerálním oleji v závislosti na teplotě 50

Úvod

Plyny se mohou vytvářet v olejem plněném elektrickém zařízení v důsledku přirozeného stárnutí, ale také v mnohem větším rozsahu, následkem poruch.

Poruchový provoz může vážně poškodit zařízení a proto je cenné, být schopen zjistit vadu v raném stupni vývoje.

Tam, kde vada není závažná, se vytvořené plyny v oleji normálně rozpustí, případně se malý podíl z kapaliny rozptýlí do jakékoliv plynné fáze nad ní. Takové vady se detekují ze zjištění rozpuštěného plynu ve vzorku oleje a z určení množství a složení tohoto plynu. Typ a závažnost jakékoliv vady může být často odvozen od složení plynu a poměru, v kterém je vytvořen.

V případě dostatečně závažné vady projde volný plyn olejem a shromáždí se v plynovém relé (Buchholzově), je-li jím zařízení vybaveno; bude-li to nezbytné, může být tento plyn analyzován pro určení typu vady, která jej vygenerovala. Složení plynů uvnitř bublinek se mění, jak se pohybují olejem směrem k plynovému relé.

Dobrou praxí je, že informace o rychlosti produkce (tvorby) plynů se často odvodí ze srovnání složení volných plynů s koncentrací zbylých plynů, rozpuštěných v kapalině.

Interpretace analýzy plynů je předmětem IEC 60599.

Tyto techniky jsou cenné ve všech stupních života olejem plněného zařízení. Během přejímacích zkoušek na transformátorech v závodě, porovnání analýz plynů rozpuštěných v oleji před, během a po oteplovací zkoušce může ukázat, zda jsou přítomna nějaká horká místa (hot-spots), a podobně analýza po dielektrickém zkoušení může doplnit informaci, týkající se přítomnosti částečných výbojů nebo jiskření. Během provozu na pozici slouží periodické odběry vzorku oleje a analýza obsahu plynu,

ke kontrole stavu transformátorů a dalších olejem plněných zařízení.

Význam těchto technik vedl k přípravě této normy, k postupům používaným pro vzorkování olejem plněného elektrického zařízení, plynů a olejů obsahujících plyny, a pro následnou analýzu.

POZNÁMKA Metody popsané v této normě se používají pro minerální izolační oleje, protože dosavadní zkušenost byla téměř výhradně s těmito oleji. Metody mohou být také aplikovány na další izolační kapaliny, v některých případech s modifikacemi.

Obecné varování, zdraví, bezpečí a ochrana životního prostředí

Smyslem této mezinárodní normy není zamýšlet se nad všemi bezpečnostními problémy, spojenými s jejím použitím. Je na odpovědnosti uživatele normy, aby si před jejím použitím stanovil přiměřené zdravotní a bezpečnostní opatření a určil použitelnost regulačních omezení.

S minerálními izolačními oleji, které jsou předmětem této normy, by se mělo zacházet s ohledem na požadavky osobní hygieny. Přímý kontakt s očima může způsobit podráždění. V případě kontaktu s očima by se měl provést výplach vydatným množstvím čisté tekoucí vody a vyhledat lékařskou pomoc. Některé ze zkoušek, specifikovaných v této normě, používají postupy, které by mohly vést k nebezpečným situacím. V těchto případech je nutné se obrátit na příslušné normy pro poučení.

Rtuť představuje riziko pro životní prostředí a riziko zdravotní. Každé rozlité by se mělo ihned odstranit a náležitě zneškodnit. Je třeba brát v úvahu místní předpisy pro použití a manipulaci se rtuť. V některých zemích mohou být požadovány metody bez použití rtuti.

Životní prostředí

Tato norma je použitelná pro minerální oleje, chemikálie a použité vzorkovnice.

Pozornost vyžaduje skutečnost, že v době tvorby této normy bylo známo, že mnoho minerálních olejů v provozu je do určité míry kontaminováno PCB. V tomto případě by měla být přijata bezpečnostní opatření, aby se zabránilo během života zařízení striktní kontrolou úniků a emisí rizikům pro pracovníky, veřejnost a životní prostředí. Odstranění, nebo dekontaminace těchto olejů se by se měla provádět výhradně podle místních předpisů. Měla by být přijata všechna bezpečnostní opatření, aby se předešlo úniku izolačního oleje do životního prostředí.

1 Rozsah platnosti

Tato mezinárodní norma se zabývá technikami odběru vzorků volných plynů z plynového relé výkonových transformátorů. Jsou popsané tři metody odběru vzorků volných plynů.

Techniky pro odběr vzorků oleje z olejem plněných zařízení, jako jsou výkonové a přístrojové transformátory, reaktory, průchodky, olejové kabely a olejem plněné tank-typ kondenzátory nejsou již dále zahrnuty v této normě, ale místo toho jsou popsány v článku 4.2 IEC 60475:2011.

Před analýzou plynů rozpuštěných v oleji jsou tyto plyny nejprve vyextrahovány z oleje. Zde jsou popsány tři základní metody, jedna užívající extrakci vakuem (Toepler a částečné odplynění), další vytěsněním rozpuštěných plynů probubláváním vzorku oleje nosným plynem (stripping) a posledním rozdělením plynů mezi vzorek oleje a malý objem nosného plynu („headspace“). Plyny jsou analyzovány kvantitativně po extrakci, plynovou chromatografií; je popsána metoda analýzy. Volné plyny z plynového relé jsou analyzované bez předběžných úprav.

Preferovaná metoda pro zajištění technických parametrů extrakce plynu a přístroje pro analýzu,

považované spolu za jediný systém, je odplynění vzorků oleje, připravených v laboratoři, obsahující známé koncentrace plynů (normál „gas-in-oil“) a kvantitativní analýza extrahovaných plynů. Jsou popsány dvě metody přípravy normálů „gas-in-oil“.

Pro denní kalibrační kontrolu chromatografu je vhodné využít normálovou směs plynů, obsahující vhodná známá množství jednotlivých složek plynů, která jsou v podobném poměru jako u plynů běžně extrahovaných z transformátorových olejů.

Popisované techniky berou v úvahu, na jedné straně, problémy vlastní analýzám, související s přejímací zkouškou v závodě, kde obsah plynu v oleji je obecně velmi nízký, a na druhé straně, problémy spojené s monitorováním zařízení v terénu, kde se může přeprava vzorků uskutečnit mimo kompresní kabinu při letecké dopravě a kde mohou existovat značné rozdíly mezi teplotou okolí elektrárny a zkušební laboratoře.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.