



NÁVOD K POUŽITÍ A TECHNICKÁ DOKUMENTACE
distribučního olejového transformátoru
s bezzátěžovou regulací napětí

Power and productivity
for better world™



OBSAH

1	ÚVOD	4
2	TECHNICKÉ ÚDAJE	4
2.1	TECHNICKÉ PARAMETRY TRANSFORMÁTORŮ	4
2.2	VÝKONOVÉ OHODNOCENÍ	4
2.3	VYSOKÉ NAPĚTÍ	4
2.4	FREKVENCE	4
2.5	NAPĚŤOVÁ REGULACE V PŘEPÍNATELNÝCH TRANSFORMÁTORECH	4
2.6	PODMÍNKY PROSTŘEDÍ A ZVÝŠENÍ TEPLoty	4
2.7	HERMETICKY UTĚSNĚNÉ TRANSFORMÁTORY	5
2.8	TRANSFORMÁTORY S KONZERVÁTOREM	6
2.9	MECHANICKÉ NAMÁHÁNÍ NÁDOBY	6
2.10	ZATÍŽENÍ TRANSFORMÁTORŮ	6
2.11	ZKRATOVÁ ODOLNOST	6
2.12	NAPĚŤOVÁ ODOLNOST	6
2.13	ÚČINNOST TRANSFORMÁTORŮ (H)	7
3	KONSTRUKCE A USPOŘÁDÁNÍ TRANSFORMÁTORU	7
3.1	JÁDRO	7
3.2	VINUTÍ	7
3.3	PŘEPÍNAČ ODBOČEK	7
3.4	NÁDOBA TRANSFORMÁTORU	7
3.5	PŘÍSLUŠENSTVÍ NÁDOBY	8
3.6	KONZERVÁTOR	8
3.7	TRANSFORMÁTOROVÝ OLEJ	8
4	PŘÍSLUŠENSTVÍ A ZAŘÍZENÍ TRANSFORMÁTORU	9
4.1	TEPLOMĚROVÁ JÍMKA	9
4.2	DVOUKONTAKTOVÝ TEPLOMĚR	9
4.3	BEZPEČNOSTNÍ VENTIL	9
4.4	BUCHHOLZOVO RELÉ (KONZERVÁTOROVÝ TYP TRANSFORMÁTORU)	9
4.5	MULTIFUNKČNÍ OCHRANA	10
4.6	SVORKOVNICOVÁ SKŘÍŇKA	10
4.7	MONITOR TLAKU AKM 47500 SE DVĚMA KONTAKTY	10
5	PŘEPRAVA	10
6	UVEDENÍ DO PROVOZU A SPUŠTĚNÍ	10
6.1	PROHLÍDKA TRANSFORMÁTORU	10
6.2	UMÍSTĚNÍ TRANSFORMÁTORU PRO NORMÁLNÍ PROVOZ	11
6.3	PŘIPOJENÍ TRANSFORMÁTORU A JEHO PŘÍPRAVA K PROVOZU	11
6.4	SPUŠTĚNÍ TRANSFORMÁTORU	11
7	PROVOZ A ÚDRŽBA TRANSFORMÁTORU	12
7.1	PROVOZ TRANSFORMÁTORU	12
7.2	NAPĚŤOVÁ REGULACE POMOCÍ BEZZÁTĚŽOVÉHO PŘEPÍNAČE ODBOČEK	13
7.3	DEMONTÁŽ TRANSFORMÁTORU (VYJMUTÍ AKTIVNÍCH ČÁSTÍ Z NÁDOBY)	13
7.4	SBĚR VZORKŮ OLEJE PRO PŘEZKOUŠENÍ	14
7.5	ÚDRŽBA NEPOUŽITÝCH TRANSFORMÁTORŮ	14
7.6	POŽÁRNÍ OHROŽENÍ	14
7.7	PROVOZ PŘI 60 Hz	15
7.8	PARALELNÍ PROVOZ TRANSFORMÁTORŮ	15
8	DOKUMENTACE DODÁVANÁ S TRANSFORMÁTOREM	15

1 Úvod

Tento dokument pojednává o třífázových dvouvinutových transformátorech, ponořených do oleje v hermeticky uzavřené nádobě nebo nádobě s volným rozpínáním oleje (kondenzátorový typ).

Transformátory mohou být instalovány pouze v dobře větraných uzavřených prostorách nebo na místech, kde je zajištěno přiměřené chladné prostředí.

Transformátory nesmí být provozovány v nadmořské výšce přesahující 1000 m nad mořskou hladinou, pokud technická specifikace dodaná s transformátorem nestanoví jinak.

Průmyslová frekvence 50 Hz.

Tento transformátor vyhovuje následujícím normám a standardům:

IEC 60076: Power transformers (*Výkonové transformátory*)

Polská norma PN-IEC 76-1: 1988 Transformátory. Všeobecné požadavky.

IEC 600296: Transformer oil (*Transformátorový olej*).

Polská norma PN-90/C-96058: Electro-insulating oil for transformers and switchgear (*Elektroizolační olej pro transformátory a spínače*).

IEC 60076-7. Loading guide for oil-immersed power transformers (*Zatěžovací příručka olejových výkonových transformátorů*).

Ostatní normy a předpisy jsou odsouhlasené a potvrzené v technické specifikaci.

2 Technické údaje

2.1 Technické parametry transformátorů

Technické parametry transformátorů jsou uvedeny na výrobním štítku a ve firemním protokolu o výstupní kontrole.

2.2 Výkonové ohodnocení

Garantujeme trvalou funkci transformátoru při plné zátěži, uvedené na výrobním štítku při okolní teplotě, nepřesahující hodnotu, uvedenou v technické specifikaci.

2.3 Vysoké napětí

Tento transformátor může trvale pracovat při napětí nepřevyšující o více než 5% jmenovitou hodnotu, odpovídající dané poloze vysokonapěťového přepínače. V takovém případě zůstává výkon transformátoru beze změny.

2.4 Frekvence

Jmenovitá frekvence je 50 Hz, příp. jiná, pokud je odsouhlasena a potvrzena v technické specifikaci.

2.5 Napěťová regulace v přepínatelných transformátorech

Napěťová regulace se provádí odbočkami; otáčením odbočkového přepínače, jehož volič je umístěn na krytu transformátoru. Přepínatelné transformátory jsou vybaveny dvěma voliči, z nichž jeden reguluje napětí, kdežto ostatní funkce, jako je volič VN napětí (např. 10 kV/ 20 kV) zajišťuje ten druhý. Pokud se manipuluje s odbočkovým přepínačem, tak transformátor nesmí být pod zátěží! Jednotlivé pozice odbočkového přepínače určují provoz různých částí vinutí transformátoru. Poloha „jedna“ (1) vždy odpovídá max. počtu cívek vinutí, které jsou v provozu.

2.6 Podmínky prostředí a zvýšení teploty

Transformátory jsou navrženy pro normální provoz v následujících podmínkách okolního prostředí:

- okolní teplota nepřekročí hodnotu, stanovenou v technické dokumentaci

- garantované zvýšení teploty (max. nárůst teploty oleje a průměrný nárůst teploty vinutí) nad teplotu okolí nepřekročí hodnoty uvedené v technické specifikaci.

V případě, že okolní teplota překročí hodnotu, uvedenou v technické specifikaci, dovolený nárůst teploty oleje a vinutí musí být odpovídajícím způsobem snížen pomocí snížení výkonu transformátoru.

2.7 Hermeticky utěsněné transformátory

Hermeticky utěsněné transformátory jsou vzduchotěsné. Žádný konzervátor nebo vzduchový polštář nezaručí, že transformátorový olej nepřijde do styku s okolní atmosférou, která vyvolá jeho zrychlené zkažení. Transformátory jsou plněny olejem při teplotě okolí a velmi pomalu odčerpány do blízkosti vakua. Toto zaručí, že olej úplně prostoupí vinutí transformátoru a žádný vzduch nezůstane v malých štěrbinách mezi cívkami. Po utěsnění odpovídá tlak uvnitř transformátoru normálnímu atmosférickému tlaku. Změny teploty oleje a jeho objemu při normálním provozu způsobují buď navýšení nebo snížení jeho vnitřního tlaku, o pomoci flexibilní vlnité stěny nádoby transformátoru.

Stěny nejsou deformovány trvale, pokud je transformátor zatížen v souladu s průvodní sadou dokumentace dle IEC 60076-7.

Výrobce garantuje správný provoz transformátoru, pokud jsou v průběhu jeho provozu (odlišně od ostatních požadavků této technické dokumentace) podmínky utěsnění zajištěny takto:

Utahovací momenty pro přípoje ke sběrnicím					
Rozměr šroubu	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
Moment [Nm]	15	30	60	90	140

Utahovací momenty pro šrouby izolátorů							
Izolátor	HV 250 A	LV 250 A	LV 630 A	LV 1000 A	LV 2000 A	LV 3150 A	LV 4500 A
Moment [Nm]	15	15	30	75	95	110200 (Pb80)	200
Gumové těsnění (španělský standard)				65	85	100	

pro nerezové válcované šrouby					
Rozměr šroubu	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16
Moment [Nm]	7	15	20	30	30
Transformátory ACEA (Itálie) (originální těsnění s izolátorem)		12	15		

Utahovací momenty šroubů ostatních mechanických spojů (kryty)		
		Moment [Nm]
Kryt:	Těsnění: Silikón	80
	Těsnění: Nebar	90
	Těsnění: Pb80	90
Odvzdušňovací ventil:	Typ: Nw 22	100
	Typ: Nw 44	150
	Typ: Nw 31	130

Pokud jsou transformátory vybaveny olejoznakem, pak transformátor NESMÍ BÝT provozován, pokud hladina oleje poklesne ke značce MIN (minimum) na stupnici olejoznaku. V takovémto případě je hladina oleje pod úrovní značky, stanovené pro bezpečný provoz transformátoru. Transformátor musí být okamžitě vypnut, místo úniku nalezeno a utěsněno a další olej doplněn. Transformátorový olej musí být dolit plnicím otvorem, umístěným na krytu a to při okolní teplotě $20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$.

Pouze červený ukazatel uvnitř průhledného válce, přímo spojený s plovákem, je ukazatelem hladiny oleje. Přítomnost nebo nepřítomnost oleje v průhledném válci není přesvědčivou informací o hladině oleje v nádobě transformátoru (v závislosti na podmínkách, které byly při plnění transformátoru; jisté množství oleje může, ale nemusí do válce vniknout).

2.8 Transformátory s konzervátorem

V případě takového typu transformátoru (přídavná jednoúčelová nádoba, namontovaná na transformátorovou nádobu) kompenzuje konzervátor každou změnu objemu transformátorového oleje a tím odlehčuje chladicím radiátorům od tohoto vlivu. Konzervátor je propojen s transformátorovou nádobou. Toto propojení umožňuje při změně objemu oleje jeho průtok mezi oběma nádobami. Transformátorový olej tak nepříjde díky silikagelovému pohlcovači vzdušné vlhkosti, který vstřebává veškerou vlhkost vzduchu, do přímého styku s atmosférou a tím jej ochrání pro přímý vstup do nádoby transformátoru. Změna zabarvení silikagelu z oranžové do světle žluté indikuje jeho zvlhnutí. V takovém případě a také pokud dojde k doplnění oleje, musí být silikagel vyměněn za nový nebo být zregenerován. Konzervátor je vybaven magnetickým indikátorem hladiny, umístěným na straně nádoby konzervátoru. Transformátor NESMÍ BÝT provozován, pokud hladina oleje poklesne pod značku MIN (minimum) na stupnici indikátoru hladiny oleje. Je-li indikován a hlášen případ ztráty oleje, musí být nějaké množství oleje zase doplněno tak, aby se jeho hladina zvýšila nad značku MIN (minimum). Transformátor musí být neprodleně vypnut, místo úniku nalezeno a utěsněno a následně přidáno potřebné množství transformátorového oleje.

Olej se doplní plnicím otvorem, umístěným svrchu na konzervátoru. Alternativně může být olej doplněn prostřednictvím potrubí, spojujícího silikagelový pohlcovač vlhkosti a konzervátor. Potrubí musí být před plněním odstraněno.

2.9 Mechanické namáhání nádoby

Nádoby olejových transformátorů garantují odolnost vůči vnitřnímu přetlaku cca 300 hPa bez trvalé deformace.

2.10 Zatížení transformátorů

Transformátory musí být zatěžovány v souladu s normami, které byly předepsány. Obzvláště je doporučeno dodržet ustanovení, uvedená v následujících dokumentech:

- IEC 60076-7>Loading guide for oil immersed transformers
(*Zatěžovací příručka olejových transformátorů*)

2.11 Zkratová odolnost

Transformátory jsou konstruovány tak, aby byla garantována jejich odolnost bez jakéhokoliv poškození kterékoliv mechanické části a tepelných následků zkratu dle IEC60076 nebo polské normy PN-IEC60076-1.

2.12 Napěťová odolnost

Transformátory jsou konstruovány tak, aby byla garantována jejich odolnost bez jakéhokoliv poškození všemi zkušebními napětími v rozsahu, uvedeném v IEC60076 nebo polské normy PN-IEC 60076-1.

2.13 Účinnost transformátorů (η)

$$\eta = 1 - \frac{P_o + n^2 \cdot P_{zW}}{n \cdot S \cdot \cos \varphi + P_o + n^2 \cdot P_{zW}}$$

kde:

P_o – ztráty naprázdno v kW

P_{zW} – ztráty nakrátko v kW

S – jmenovitý příkon v kVA

n – zátěžový koeficient; 1 pro jmenovitý příkon

$\cos \varphi$ – účinník

3 Konstrukce a uspořádání transformátoru

3.1 Jádru

Jádru transformátoru je provedeno z orientovaného, nízkoztrátového, za studena válcovaného křemíkového ocelového plechu. Obě strany ocelových listů jsou potaženy keramickou izolací. Konstrukce jádra je optimalizována vůči vlastnostem za studena válcované oceli tak, aby byly dosaženy nejlepší parametry magnetického obvodu, tj. minimum ztrát naprázdno a malý magnetizační příkon.

Jádru je sloupového provedení.

3.2 Vinutí

Vinutí transformátoru je provedeno z elektrolytické mědi nebo hliníku. Vysokonapěťová vinutí jsou vícevrstvého typu. Mezi vrstevná izolace je provedena kabelovým izolačním papírem, přešánem a transformátorovým olejem. Nízkonapěťová vinutí jsou provedena profilovým vodičem nebo plechovou fólií, izolovanou vroubkovaným papírem a přešpánem. Vinutí může být navinuto přímo na sloupek jádra nebo na kostru, přitlačenou k hornímu a dolnímu jhu pomocí svorek.

3.3 Přepínač odboček

Transformátor je vybaven třífázovým bezzátěžovým přepínačem odboček, umožňujícím napěťovou regulaci v odpojeném stavu. Pohon přepínače odboček pracuje synchronně ve všech třech fázích a jeho volič/ klika je umístěna na horní straně nádoby transformátoru. Napěťová regulace se provádí otáčením voliče přepínače odboček do požadované polohy. Přepínač odboček NESMÍ BÝT použit, je-li transformátor pod napětím.

Volič přepínače odboček obsahuje děrovaný kruh a uzamykací kolíky, které zajišťují správnou polohu (nastavení) voliče po provedené regulaci.

Přepínací transformátory mají na nádobě transformátoru dva voliče přepínačů odboček. Jeden z nich je použit pro navolení jednoho nebo dvou možných nastavení na straně vysokého napětí, kdežto ten druhý umožňuje regulaci napětí v malých krocích.

3.4 Nádobu transformátoru

Součástí hermeticky utěsněných transformátorů je nádoba s vlnitými stěnami, řešenými tak, aby fungovaly jako radiátor.

Volně dýchající transformátory (kondenzátorový typ) mají také provedení nádoby s vlnitými stěnami.

Nádoba transformátoru má robustní konstrukci, která umožňuje normální přepravu transformátoru s náplní oleje bez nebezpečí poškození, způsobeného vibracemi.

Podvozek nádoby je vybaven pro zajištění pevného ukotvení transformátoru na jeho místě v průběhu přepravy pomocí syntetických pásů nebo lan s vysokou mechanickou pevností.

Následující vybavení lze nalézt na spodní straně nádoby:

- vypouštěcí/vzorkovací ventil
- vzorkovací ventil (volitelně)
- rám podvozku s dvousměrovými (90°) kolejnicemi (volitelně) a uzemňovací svorky

Rám podvozku má otvory, řešené pro tažení transformátoru na krátkou vzdálenost po hladkém povrchu.

Tažení transformátoru za pásy, vyztužující vlnité stěny nádoby, může vyústit v poškození nádoby nebo únik oleje.

Protikorozní povlak transformátoru musí být přizpůsoben podmínkám okolního prostředí, v nichž bude transformátor pracovat. Standardní nátěr zajišťuje ochranu v neagresivním prostředí.

Pro průmyslové, přímořské apod. prostředí musí být objednáno zesílené, pokovené nebo jinak provedené pokrytí, stanovené pro každou dodávku samostatně.

3.5 Příslušenství nádoby

Na nádobě transformátoru lze nalézt následující vybavení:

- 2 zdvihací závěsy pro zdvihání celého transformátoru nebo jeho aktivních částí
- blok indikátoru hladiny oleje (u hermeticky utěsněných transformátorů)
- plnicí otvor pro plnění transformátoru olejem (u hermeticky utěsněných transformátorů)
- teploměrová jímka (volitelné)
- blok DGPT-2 (volitelný)
- propojovací objímka konzervátoru (u kondenzátorového typu transformátoru)
- VN a NN průchodky
- uzemňovací svorka (y) - volitelné

3.6 Konzervátor

Cylindrická nádoba zvaná konzervátor je umístěna vodorovně nad nádobou transformátoru. V některých verzích může být potrubí spojující nádobu a konzervátor vybaveno plynovým relé.

Po straně nádoby konzervátoru je umístěn magnetický indikátor hladiny oleje, ukazující aktuální hladinu oleje v transformátoru.

Vstupní otvor pro plnění oleje je umístěn na horní straně nádoby konzervátoru.

Ten pak může být buď pevně utěsněn pomocí krytky nebo mít připojenu krátkou trubici, vedoucí k silikagelovému vzdušníku, zajišťujícímu vyrovnávání vnitřního a vnějšího tlaku.

Konzervátorová provedení s utěsněnou krytkou mají pouze vestavěný silikagelový vzdušník a vyrovnávací vzduchový vstupní otvor je umístěn na spodní straně nádoby konzervátoru.

Volitelně může být nádoba konzervátoru vybavena výpustným ventilem pro vyprazdňování sedimentů nebo přebytečné vody.

3.7 Transformátorový olej

Transformátory jsou plněny minerálním olejem bez PCB. Před naplněním je olej vyčištěn a vysušen za účelem dosažení požadované elektrické pevnosti. Hodnota průrazného napětí ve vzorku použitého nového transformátorového oleje nesmí být v systému, definovanému použitými normami, nižší než 45kV/ 2,5mm (pro transformátory v provozu nesmí být elektrická pevnost nižší než 35 kV).

Pokud je naměřená hodnota průrazného napětí nižší, olej musí být regenerován přefiltrováním nebo obdobnou metodou.

Na zvláštní požadavek může být transformátor naplněn i jiným schváleným a v technické specifikaci potvrzeným typem oleje.

4 Příslušenství a zařízení transformátoru

Seznamte se prosím s technickou specifikací transformátoru a jeho rozměrovým výkresem, kde je k dispozici úplný seznam instalovaného příslušenství a přídatných zařízení.

4.1 Teploměřová jímka

Na zvláštní požadavek může být transformátor vybaven teploměrovou jímkou, umožňující zašroubování čidla kontaktního teploměru. Jímka není nijak propojena s vnitřkem transformátoru, takže zde není při jejím otevření žádné nebezpečí úniku oleje. K provedení měření musí být jímka z poloviny naplněna transformátorovým olejem. Nepoužívaná jímka musí být uzavřena pro ochranu před vodou nebo vzduchem z otevřeného transformátoru. Pokud není uzavřena, tak při teplotách pod 0°C může dojít k jejímu poškození působením roztahujícího se ledu.

4.2 Dvukontaktní teploměr

Teploměr je vybaven dvěma elektrickými kontaktními okruhy, které mohou být připojeny k obvodům alarmu a vypnutí transformátoru. Kontakty jsou navrženy pro 250 V ss nebo stř. Odpovídající alarmový nebo vypínací obvod je sepnut, pokud ukazatel (ručka) projde skrz přednastavenou (uživatelsky nastavenou) hodnotu na stupnici teploměru.

Rozsah teploměru je 0°C až 120°C. Sonda teploměru má délku 140 mm, závit $R^3/4$ nebo R1 a je ponořena do oleje. Připojení třífázovým elektrickým kabelem o průměru vnější izolace 16 mm. Připojovací svorky 6 x vodič 1 – 2,5 mm².

Nastavení teploměru:

- 95°C – alarm – po dosažení této teploty musí provozovatel prověřit provozní podmínky transformátoru, snížit jeho zatížení nebo spustit přídatné chlazení.
- 105°C – odpojení – po dosažení této teploty musí být transformátor neprodleně vypnut a důvod přehřátí zjištěn.

4.3 Bezpečnostní ventil

Jmneovitý bezpečný přetlak na ventilu je 0,030—0,035 MPa (0,3—0,35 at).

4.4 Buchholzovo relé (konzervátorový typ transformátoru)

Buchholzovo relé obsahuje dva plováky a dva kontakty pro alarm a vypnutí. Je montováno do potrubí, propojující konzervátor a transformátor.

Šipka na relé musí směřovat do konzervátoru.

Signalizace:

- nahromadění plynu – alarm
- vnitřní zkrat – vypnutí

Připojovací charakteristiky:

- jmenovité napětí 24 – 240 V stř. nebo ss
- jmenovitý proud 0,5 A
- vypínací schopnost 2 A stř. nebo ss

4.5 Multifunkční ochrana

R.I.S. je univerzální multifunkční ochrana. Její funkce zahrnují toto:

- TLAK:
 - Tlakový spínač zapíná / rozpíná obvod při tlakovém rozmezí od 100 do 500 mbar.
- TEPLOTA:
 - teploměr – vizuální indikace teploty oleje a dosažené max. teploty
 - “T2” spínač termostatu (alarm) – spíná / rozpíná obvod při nastavené teplotní hladině (od 30°C do 120°C).
 - “T1” spínač termostatu (stop) – spíná / rozpíná obvod při nastavené teplotní hladině (od 30°C do 120°C).
- HLADINA OLEJE:
 - Indikátor – vizuelní indikátor malých změn hladiny oleje
 - Detektor – vizuelní detektor významné změny hladiny oleje v průběhu zapínací / vypínací operace na elektrickém obvodu
- PLYNOVÁ PROBLEMATIKA:
 - Detektor - spíná / rozpíná obvod, je-li dosažen max. objem plynu (max. 170 cm³).

Je zakázáno odšroubovat horní, utěsněný ventil bez jasného důvodu. Představuje to nebezpečí pro stav přetlaku v transformátoru a možnost vniknutí vzduchu do vnitřku nádoby transformátoru.

4.6 Svorkovnicová skříňka

Uvnitř svorkovnicové skříňky je zapojovací schéma, které jasně popisuje, jak mají být ovládací zařízení připojeny.

4.7 Monitor tlaku AKM 47500 se dvěma kontakty

Doporučené hodnoty přetlaku: 0,030—0,035 MPa (0,3—0,35 atm.).

Rozměr připojovacího šroubení pro AKM: R 3/8”.

5 Přeprava

Transformátory jsou zákazníkovi dodávány plně smontované a připravené k provozu.

Transformátory mohou být přepravovány po železnici, nákladním autem jiným způsobem, zajišťujícím odpovídající podmínky.

V průběhu přepravy musí být transformátor spolehlivě uložen ve svislé poloze a pevně upevněn za účelem prevence proti pohybu. Podvozek transformátoru má malá závěsné oka, konstruovaná pro lana nebo připevňovací pásy.

6 Uvedení do provozu a spuštění

6.1 Prohlídka transformátoru

Po dodávce transformátoru je povinné provést následující:

- Vizuelní prohlídka za účelem zjištění možných poškození v průběhu přepravy (popraskané průchodky, promáčknuté stěny nádoby transformátoru apod.)
- Kontrola hladiny oleje; pokud je to nutné doplnění oleje prostřednictvím plnicího otvoru na nádobě nebo konzervátoru. Doplněvaný olej musí být stejného typu, jako je olej, jímž je transformátor naplněn.

- Vyčištění všech kovových součástí odstraněním protikorozního povlaku, zejména ze šroubů průchodek a uzemňovacích svorek.
- V případě malého úniku oleje jej eliminujte dotažením příslušných šroubů a svorníků.

6.2 Umístění transformátoru pro normální provoz

Transformátor musí být namontován takto:

- Hmotnost transformátoru musí být rozložena rovnoměrně na všechny podpěrné body.
- Všechny indikátory musí být viditelné nebo snadno přístupné.
- Volně „dýchající“ transformátory (konzervátorového typu) musí být umístěny tak, že strana s konzervátorem je mírně navýšena pod úhlem 1° - 2° mezi základnou transformátoru a podlahou.

6.3 Připojení transformátoru a jeho příprava k provozu

Jakmile je transformátor umístěn na stanovišti, je třeba provést:

- Zajistit transformátor proti změně polohy
- Připojit uzemňovací kabely
- Zkontrolovat převodový poměr ve všech polohách přepínače odboček. Za účelem provedení této kontroly použijte napětí 3 x 380 V na VN straně a proveďte serii měření na NN straně pro různé polohy přepínače odboček (doporučeno).
- Změřte efektivní VN a NN odpory na každé odbočce. Tyto hodnoty musí být shodné (s tolerancí $\pm 5\%$) ve všech třech fázích (doporučeno).
- Přestavte volič přepínače odboček do polohy požadované pro normální provoz.
- Připojte VN kabely k VN průchodkám.
- Připojte NN kabely k NN průchodkám; proveďte kabelové přípoje k NN izolátorům; kontaktní plochy musí být očištěny a hladké, aby byl zajištěn malý přechodový odpor; matice průchodek musí být dotaženy momentovým klíčem tímto momentem:
 - M12 – 25 Nm
 - M20 – 40 Nm
- Sběrnice a kabely, připojené k izolátorům, nesmí způsobovat zatížení izolátorů větší než 0,3 kN.
- Podpěry sběrnic nebo kabelů k NN izolátorům musí zajistit, že při průchodu zkratového proudu nepřekročí moment v ohybu hodnotu 2 kN.
- Zkontrolujte odpor uzemňovací elektrody.
- Připojte spoje k signalizačním a ochranným zařízením.
- Zkontrolujte výbavu celého transformátoru.
- Proveďte kontrolní měření izolace transformátoru s kabeláží při rozpojeném středu zapojení do hvězdy.
- Zkontrolujte výběr a zapojení transformátorové ochrany před přepětím a zkratem.

6.4 Spuštění transformátoru

Před uvedením transformátoru pod napětí ověřte následující:

- zda všechny kontroly všech zařízení, spojených s provozem transformátoru, byly provedeny.
- zda všechny parametry transformátoru jsou v souladu s parametry lokální energetické sítě.

- připojte jmenovité napětí na VN svorky a ponechte jednotku v nezátíženém stavu (nepřipojenou k zátěži) po dobu 60 min. Teprve pak může být transformátor zatížen na maximální hodnotu, uvedenou na výrobním štítku.
- Změřte NN napětí (mezi fázemi a proti nulovému středu) před a po zatížení. Rozdíly mezi hodnotami u různých fází nesmí být větší než 1%.

Poznámka: Pokud je aktivována v některé ochraně vypínací funkce, transformátor nesmí být znovu zapnut před tím, než je důvod aktivace zjištěn.

7 Provoz a údržba transformátoru

7.1 Provoz transformátoru

7.1.1 Četnost prohlídek

Je stanovena předpisy rozvodných závodů v zemi, kde je transformátor provozován, ale výrobce doporučuje nejméně každých 12 měsíců.

7.1.2 Předpis běžné prohlídky transformátoru

V průběhu prohlídky je naléhavě doporučeno věnovat speciální pozornost následujícím bodům:

- údajům všech měřičů a měřících zařízení
- aktuální hladině oleje, udávané indikátory hladiny
- teplotě transformátorového oleje, indikované teploměrem, instalovaným na nádobě transformátoru
- zatížení transformátoru (hodnotě proudu)
- stavu pomocných zařízení
- stavu průchodek
- stavu všech spojů, vedoucích k ochranám, jakož i stavu těchto ochran
- stavům okolního prostředí se zvláštním důrazem na okolní teplotu

Také je nezbytné věnovat patřičnou pozornost:

- stavu spojů na průchodkách
- jakékoliv abnormálnosti zvuků, vydávaných transformátorem
- olejovým skvrnám pod transformátorem

Upozornění ! V průběhu prohlídky musí být dodrženy veškeré stanovené bezpečnostní předpisy.

V případě transformátorů, umístěných ve skříni musí být překontrolovány též veškeré elementy, uzavřené uvnitř.

Netěsnosti způsobující malý únik (za podmínky, že indikovaná hladina oleje je stále výše než určené minimum) nejsou příčinou zhoršení parametrů oleje v nádobě. Po odstranění takovýchto netěsností není třeba provádět přezkoušení oleje.

7.1.3 Abnormální provoz transformátoru

V případě jakéhokoliv poškození nebo poruchy musí být pro zajištění normálního provozu transformátor vypnut a provedena mimořádná prohlídka. Typické případy vyvolávající takovéto opatření jsou vypsány níže:

- únik / ztráta oleje,
- jakékoliv viditelné poškození průchodek,
- jakékoliv snadno rozpoznatelné změny zvuku, vydávaného transformátorem,

- nadměrné zahřátí připojovacích kabelů
- zvýšení teploty, indikované teploměrem na nádobě, nad přípustnou hodnotu cca 105°C.

7.1.4 Hlučnost

Pokud je provozní hladina hluku připojeného transformátoru (např. transformátory, instalované v blízkosti bytů, kanceláří apod.), musí být sjednána horní hranice hluku, vydávaného zařízením. Subjektivní dojem vysokého hluku při provozu transformátoru nemůže být důvodem ke stížnosti. Podobné jednotky se mohou lišit v hladině hluku, takže jejich porovnání může být nedostatečné. Jediným věrohodným měřením je měření, provedené v profesionální zvukové zkušební komoře.

7.1.5 Plynování

Jde o nebezpečný fenomén, ačkoliv se příležitostně v transformátorech přihodí. Je založen na pomalém vývinu hořlavého plynu, hlavně vodíku a to jako důsledek částečných výbojů v oleji nebo ostatním izolačním materiálu. Plynový polštář, který se vytvoří v horní části nádoby, způsobí snížení hladiny oleje a přetlak uvnitř nádoby. Charakteristický znakem je to, že dochází ke stálému snižování hladiny oleje bez zřetelného výskytu jeho úniku. V takovém případě je třeba neprodleně vyzkoušet výrobce a nebo servisního specialistu.

7.2 Napěťová regulace pomocí bezzátěžového přepínače odboček

Je nezbytné se ujistit, že napětí, k němuž je transformátor připojen, za žádných okolností nepřekročí dovolenou hodnotu, tj. 105% údaje, uvedeného na výrobním štítku, pro jakoukoliv zvolenou polohu přepínače odboček. V případě, že se provádí změna na straně VN, musí být provedeny dále uvedené akce a to včetně dodržení jejich pořadí:

- odpojení všech kabelů, vedoucích k VN a NN průchodkám,
- uzemnění jak VN, tak i NN vinutí
- přestavení přepínače odboček do požadované pozice otáčením jeho voliče na nádobě transformátoru
- nové spuštění transformátoru

7.3 Demontáž transformátoru (vyjmutí aktivních částí z nádoby)

V průběhu záruční doby není zákazník bez předchozího souhlasu výrobce oprávněn modifikovat, vyměňovat nebo odstraňovat jakékoliv části nebo elementy transformátoru.

Pokud jsou při předběžné prohlídce nebo zkouškách zjištěny nějaké nesrovnalosti, může se stát nezbytným vyjmout transformátor z nádoby za účelem zjištění příčiny. Toto může být provedeno se souhlasem výrobce.

Pokud je zde podezření, že se v transformátorové nádobě nashromáždil plyn (uvnitř nádoby) nesmí se provést žádné elektrické měření. Toto by mohlo vyústit v přeskok a tím způsobit výbuch nashromážděného plynu. Měření může být provedeno teprve tehdy, až je aktivní část transformátoru vyjmuta z nádoby.

V případě vyjímání transformátoru z nádoby se musí postupovat dle dále uvedeného postupu:

- odpojit všechny kabely, vedoucí k VN a NN průchodkám,
- vypustit prostřednictvím vypouštěcího ventilu cca ¼ z celkového množství oleje v nádobě (u konzervátorového typu veškerý olej z nádoby konzervátoru),
- odmontování a odstranění kabelových skříněk a konzervátoru,
- odpojit veškerou kabeláž, vedoucí k přídatnému příslušenství,
- pomocí závesných úchytů na nádobě vyzvednout aktivní část transformátoru z nádoby,
- poskytnout určitý čas k odtečení přebytečného oleje z aktivní části transformátoru a přemístit ji na suché a čisté místo.

Vypuštěný olej musí být uložen v čisté a těsně uzavřené nádobě. Aktivní část transformátoru musí být znovu ponořena do oleje v průběhu 8 hodin. Pokud je tento čas překročen, transformátor musí být vysušen. Sušící procedura trvá přibližně 70 hodin při teplotě 80 - 90°C. Po vysušení musí být aktivní část transformátoru impregnována olejem.

7.4 Sběr vzorků oleje pro přezkoušení

Kdy je potřeba sbírat vzorky oleje?

- před spuštěním; pro konzervátorový typ
- pro periodické přezkušování v průběhu provozu (pro transformátory s konzervátorem)
- za jakýchkoliv okolností, indikujících možnost poškození transformátoru a zejména, pokud zareagují ochrany

Hermeticky utěsněné transformátory nevyžadují při normálních provozních podmínkách vzorkování. Za jistých okolností, např. nízké teplotě oleje, může vzorkování způsobit dekompresi nádoby, která způsobí vniknutí vzduchu, obsahujícího vlhkost, dovnitř nádoby. Takto může vzduchový polštář zapříčinit částečné výboje a jako konečným efektem je pak plynování.

Vzorky oleje se odeberou pouze, pokud se předpokládá vnitřní poškození aktivní části.

Pro sběr vzorků se použije vzorkový ventil ve dně transformátorové nádoby.

Když se provádí odběr vzorků, je naprosto nutné, aby všechny používané nástroje a nádoby byly čisté. Transformátorový olej je hygroskopický materiál a musí být ochráněn před stykem s vlhkostí. Je naléhavě doporučeno, aby vzorky oleje byly po celou dobu přechovávány v hermeticky uzavřených nádobách.

7.5 Údržba nepoužitých transformátorů

Vezměte prosím na vědomí následující:

- transformátory, které nejsou v provozu, musí být udržovány stejným způsobem, jako transformátory, které v provozu jsou,
- transformátory nesmí být nikdy rozebírány,
- zkontrolujte hladinu oleje nejméně jednou za šest měsíců,
- proveďte vizuelní prohlídku nejméně jednou za rok,
- proměření izolačního stavu a přezkoušení oleje je stejné jako pro transformátory v provozu,
- zajistěte ochranu křehkých částí a elementů,
- zajistěte protikorozní ochranu všech kovových svorek protikorozním mazivem,
- zamezte působení nekvalifikovaných osob na transformátor.

7.6 Požární ohrožení

V případě požáru transformátoru nebo požáru v jeho těsné blízkosti musí být jednotka odpojena a událost nahlášena příslušnému požárnímu útvaru, určenému platnými zákony ve vaší zemi.

Navíc k oficiálním instrukcím je každý povinen:

- zapojit se do likvidace požáru s použitím dostupných zařízení,
- informovat požární útvar o celkové situaci v místě požáru,
- snažit se uvolnit veškeré přístupové cesty, vedoucí k místu požáru, od veškerých překážek, které by mohly stížit nebo znemožnit příjezd požárních útvarů,
- až do příjezdu požárních útvarů nabídnout svoji pomoc řídicímu úředníkovi.

Vedle stálých hasících prostředků se pro ochranu transformátoru před požárem mohou použít také následující prostředky:

- ruční hasící přístroje nebo CO₂ hasící jednotky,
- CO₂ hasící jednotky na podvozcích,
- práškové hasící přístroje,
- písek v dřevěných bednách nebo betonových skružích
- asbestové pokrývky

Typy a počet ručních hasících prostředků je stanoven požárním preventistou.

7.7 Provoz při 60 Hz

Je-li transformátor se jmenovitou frekvencí 50 Hz připojen do sítě 60 Hz, jeho ztráty nebo napětí nakrátko se změní takto:

- Jmenovitý výkon: 100 %
- Ztráty naprázdno: 80 – 85 %
- Ztráty nakrátko: 100 %
- Impedance: 115 – 120 %

7.8 Paralelní provoz transformátorů

Podmínky pro paralelní provoz transformátorů jsou:

- shodná vektorová slupina,
- primární a sekundární napětí jsou stejná,
- srovnatelné výkony (výkonový poměr ne větší než 1:3),
- srovnatelné hodnoty napětí nakrátko (rozdíl mezi jejich průměrnými hodnotami ne větší než ± 10 %).

8 Dokumentace dodávaná s transformátorem

- technické parametry specifikované na výrobním štítku,
- protokoly o výrobních zkouškách,
- návod k použití a technická dokumentace,
- rozměrové výkresy (pro nestandardní provedení transformátoru),
- příručky k veškerému příslušenství a ochranám (pokud jsou dodány příslušnými výrobci),
- zapojovací schémata pro transformátor a všechny jeho součásti (včetně rozvodnice pomocných svorek, pokud je instalována).