

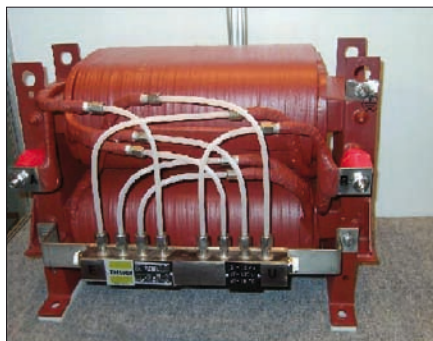
Vyznáte se v transformátorech? (2. část – dokončení)

Ing. Pavel Mužik, Trasfor S. A.

V první části článku uvedené v *Elektru 4/2008* byla definována kvalita transformátorů z hlediska provozovatele. V této druhé závěrečné části jsou podrobněji popsány zbývající body.

B. Nároky na údržbu

Jde o náklady na prohlídky, opravy, údržbu a na ND. Prohlídky obvykle představují zanedbatelné náklady, a protože na transformátoru se nic nepohybuje, opotřebení (a tedy i stárnutí) by mělo být minimální. Ale náklady na údržbu a opravy se už mohou významně lišit – nekvalitní konstrukce bude např. vyžadovat časté dotahování a podkládání, olejové transformátory diagnostiku oleje (a jeho případné čištění a sušení), přepínače odboček pod zatížením se opotřebují a rovněž tak případné ventilátory přidavného chlazení (jsou



Obr. 1. Tlumivka pro trakční vozidlo (s přímým vodním chlazením)

li instalovány). Údaje o těchto požadavcích se získávají nesnadno, protože většina výrobců slibuje „zcela bezúdržbový provoz“ po mnoho let, ačkoliv realita je často zcela odlišná. Obrázek o reálných požadavcích lze opět získat z ověřitelných referencí. Vzhledem ke stárnutí a ke zvyšujícím se nákladům na pracovní sílu je třeba počítat s tím, že u konkrétního transformátoru budou tyto náklady časem narůstat.

C. Náklady na ztráty

Ztráty transformátoru jsou relativně nízké (účinnost se pohybuje okolo 95 až 99 %), ale vzhledem k tomu, že stroj je často provozován nepřetržitě po celý rok

a jeho životnost se počítá na 20 až 40 let, může i tato položka být významná. Je-li stroj vybaven ventilátorem, je nutné k celkovým ztrátám připočítat ještě spotřebu ventilátoru. Je třeba si také uvědomit, že se v současné době významně liší náklady na 1 kW·h ztrát u běžného spotřebitele a u výrobce elektrické energie. Zejména u větrných a fotovoltaických elektráren (je-li



Obr. 2. Lodní transformátor 12 MV·A, 22/6,2 kV s výměníkem tepla vzduch-voda a s přepínačem odboček pod zatížením

transformátor součástí elektrárny) mohou být – s ohledem na cenu za vykupovanou energii – náklady na ztráty velmi významnou položkou (více o ztrátách a jejich ekonomickém hodnocení lze získat na webových stránkách www.trasfor.cz).

Hodnocení významu menších ztrát by se měli vždy zúčastnit ekonomové, protože pouze ti mohou stanovit, zda vyhodnocovat náklady za pět, sedm nebo dvacet let provozu. A také by měli předpovědět vývoj inflace a cen elektrické energie.

D. Odolnost proti vnějším vlivům

U transformátoru, který odpovídá normám (ČSN EN 60726, ČSN EN 60076), lze předpokládat, že vydrží **běžné** provozní podmínky. Jak už to ale v provozu bývá, vyskytují se občas i neobvyklé situace. A při nich jsou transformátory vystaveny mimořádným vlivům. Ty lze rozdělit na vlivy elektrické a neelektrické.

Za nepříznivé vlivy elektrické lze považovat např.:

- časté vypínání a zapínání transformátoru,
- přepětí – ať průmyslové frekvence, nebo impulzní (atmosférické, spínací od indukční či kapacitní zátěže, od vakuových vypínačů),
- zatížení s velkým podílem vyšších harmonických, zpětné či nulové složky,
- nadproud – ať dlouhodobý (přetížení), nebo krátkodobý (zkrat).

Vnější vlivy neelektrického charakteru jsou např.:

- zvýšená prašnost,
- agresivní prostředí (tropy, slaná mlha aj.),
- vibrace a rázy (např. od zemětřesení nebo od nešetrné manipulace při transportu aj.),
- orosování,
- teplotní šoky,
- zaplavení a mnoho dalších.

Jsou to všechno jevy neplánované, a dojde-li k nim, je otázka, zda budou případné škody uznány jako reklamace. Odolá-li ale stroj takovým vlivům, svědčí to významně o jeho celkové kvalitě. Standardizované údaje (třída prostředí **E**, klimatická třída **C** a třída hořlavosti **F**) mají určitou, ale relativně omezenou vypovídací hodnotu. Jsou dokonce dokumentované případy, kdy hořící zalévaný transformátor s deklarovanou třídou hořlavosti F1 bylo obtížné uhasit (přestože podle definice by měl zhasnout sám).

E. Hlučnost, vibrace a další vlastnosti transformátorů

Pouze některé z těchto vlastností jsou definovány ve standardech. V případě hlučnosti se obvykle vychází jen z údaje deklarovaného výrobcem. Měření hlučnosti



Obr. 3. Transformátor nn

není povinnou kusovou zkouškou a vykonává se za příplatek. Je-li už stroj nainstalován a měření v laboratoři nebylo vykonáno, těžko se prokazuje skutečná hodnota. Objektivní měření lze totiž vykonat pouze v laboratoři. Je-li pro provozovatele hlučnost transformátoru významná, měl by si připlatit za její změření. Pozor ale na antivibrační podložky – jak jejich název napovídá, omezují přenos vibrací do konstrukce podlahy, nebo v některých případech naopak z podlahy do transformátoru. Nesnižují ale hlučnost. U ostatních hodnot jde

obvykle o dohodu, jaké vlastnosti jsou požadovány a jak (podle jakých, třeba i podnikových metodik) budou hodnoceny, popř. ověřovány.

Jak se dociluje kvality transformátorů?

Mnoha různými opatřeními. I zde platí známé rčení, že o pevnosti řetězu rozhoduje nejslabší článek (a o kvalitě transformátoru nejméně kvalitní komponent).



Obr. 4. Důlní transformátor vn/nn (k zabudování do nevýbušného závěru)

Mezi hlavní zásady patří:

- vysoká odborná úroveň a zkušenost pracovníků vývoje a konstrukce a využívání nejnovějších výpočetních a expertních metod v konstrukci,

- orientace výrobce na určité trhy – většina výrobců se snaží uplatnit především na takových trzích, kde jsou požadovány větší série s běžnou kvalitou a co nejnižší cenou; Trasfor jde jinou cestou: při optimalizovaných nákladech vyrábí pouze nejvyšší kvalitu, a to často i jako jednotlivé kusy,
- nákup materiálů a subdodávek pouze v nejvyšší kvalitě,
- know-how – jde o nákladnou záležitost, řešenou často formou licencí,
- technologie – pouze na kvalitním (a tedy většinou dražším) technologickém zařízení lze vyrobit vrcholový produkt,
- dodržování technologické kázně – mnoho operací je při výrobě transformátorů vysoké kvality velmi choulostivých na důsledné dodržování technologické kázně. Někteří výrobci proto raději používají méně náročné výrobní postupy (samozřejmě s horší úrovní kvality výrobku).

Společnost Trasfor vyrábí transformátory ve Švýcarsku, kde s přísným dodržováním pracovních postupů nejsou problémy. Firma proto také neuvažuje o přesunutí výroby do zemí s levnější pracovní silou.

O tom, jak se uvedené zásady odrážejí v konkrétních konstrukčních detailech transformátorů (a proč ten který detail je považován za nejkvalitnější řešení), by se dal napsat jiný obsáhlý článek. Jde např. o skládání plechů metodou lap-step, vinutí vn ze sériově spoje-



Obr. 5 Tlumivka bez jádra

ných kotoučů navinutých z hliníkových pásků, zalévání vinutí vn do pryskyřice ve vakuu, vinutí nn z hliníkové fólie široké jako celý sloupek, vakuovo-tlaková impregnace vinutí nn a mnoho dalších. O některých konstrukčních řešeních a jejich výhodách se můžete dočíst na našich firemních webových stránkách.

Další informace lze získat na adrese:

Trasfor S. A., Ing. Pavel Mužík

Jablonecká 411/48

190 00 Praha 9 – Prosek

tel./fax: +420 286 584 850

mobil: +420 602 349 009

e-mail: pavel.muzik@trasfor.cz

http://www.trasfor.cz



Transformátory a tlumivky

od desítek kVA do desítek MVA,
od NN do 110 kV

TRASFOR S. A.
 CH-6995 Molinazzo di
 Monteggio
 Švýcarsko
www.trasfor.cz
 Adresa zastoupení pro ČR
 a SR v textu článku



Švýcarská kvalita bez kompromisů