

OLEJOVÉ TRANSFORMÁTORY PRO FVE



Z důvodu velkého rozmachu budování fotovoltaických zdrojů v nedávné době, kde je díky vysokým výkupním cenám kladen tlak na hodnotu ztrát, byl na konci roku 2009 vyvinut v SGB nový typ nízkoztrátových transformátorů DOTXL.

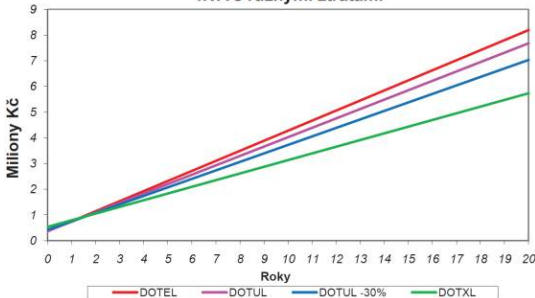
Nízkoztrátové transformátory DOTXL mají oproti typu DOTUL -30 % (hodnoty ztrát $C - C' - 30\%$ dle normy ČSN 35 1121) ztráty redukovány o přibližně 20 % v závislosti na zvoleného výkonu. Díky tomu je návratnost investice do transformátoru DOTXL otázkou pár desítek měsíců. Jelikož jsou výkupní ceny energií garantovány po dobu 20 let, vydělal investor koupí transformátoru DOTXL až několik

Přestože je boom v oblasti fotovoltaických elektráren za námi, transformátory s extrémně nízkými ztrátami, jako např. DOTXL svoje místo na trhu zcela neztrácejí. I přes vyšší pořizovací cenu se tato investice ve většině případů stále vyplatí. V průmyslu bývají transformátory, při jejich rozumném dimenzování, zatěžovány přibližně ze 70 %. Oproti tomu mají transformátory u FVE o mnoho snadnější práci. V noci nepracují vůbec a v našich klimatických podmínkách pracuje FVE na plný výkon pouze několik dní v roce. Jednoznačně tak v jiných oblastech využití roste význam ztrát nakrátko, které rostou úměrně druhé mocnině zatížení. Pokud předpokládáme životnost transformátoru 40 let (minimální předpokládaná životnost je 25 let) dostáváme se opět k velmi zajímavým úsporám.

Ztráty však nejsou jedinou devizou těchto transformátorů. Další výhodou je o poznání nižší hlučnost nízkoztrátových transformátorů. Pro příklad uvedme hlučnost transformátoru o výkonu 1000 kVA s převodem 22/0,4 kV. Typ DOTZ 1000H/20 se ztrátami $P_o = 1400\text{ W}$ a $P_k = 13000\text{ W}$ (hodnoty ztrát B – B') vyvíjí akustický tlak ($L_p(A)$) 55 dB. Oproti tomu transformátor DOTXL 1000H/20 se ztrátami $P_o = 600\text{ W}$ a $P_k = 7500\text{ W}$ je slyšet mnohem méně. Vyvíjený akustický tlak je roven 28 dB. Je patrné, že si tyto transformátory mohou najít své uplatnění i v řadě speciálních aplikací, kde je vyžadována co nejnižší hlučnost.

SGB však nezůstává pozadu ani při vývoji suchých

Porovnání nákladů u olejových transformátorů 1000 kVA s různými ztrátami



milionů korun, což je znázorněno na uvedeném grafu pro transformátor pro FVE o výkonu 1 MWp. Graf je platný pro výkupní ceny energie ze slunce za rok 2010. Velkou oblibu nízkoztrátových olejových transformátorů SGB dokazuje hodnota celkového instalovaného výkonu za rok 2009. Ten činí pouze pro oblast FVE 190 MW, což je více než polovina celkového instalovaného výkonu FVE za rok 2009. V roce 2010 tento výkon vzrostl na neuvěřitelných 742 MW!

transformátorů. Pro fotovoltaické elektrárny byly taktéž vyvinuty nové řady transformátorů, které mají značně snížené ztráty naprázdno, což pro FVE nejdůležitější parametr. Jde o transformátory s redukovanými ztrátami naprázdno (DTTHMG), optimalizovanými ztrátami naprázdno (DTTHMM), tří- (DTTH3M) a čtyřvinutové (DTTH4M) transformátory. Pro ilustraci uvádíme parametry transformátorů o výkonu 1000 kVA s převodem 22/0,4 kV. Typ DTTHMG 1000/20, $P_o = 1100$ W, $P_k = 9700$ W, $L_p(A) = 48$ dB. Typ DTTHMM 1000/20, $P_o = 950$ W, $P_k = 10500$ W, $L_p(A) = 48$ dB.

Je zřejmé, že transformátory s extrémně sníženými ztrátami, které byly vyvinuty především z důvodu rozmachu fotovoltaických elektráren, nebyly jen dočasným výdobytkem, ale najdou uplatnění i v mnoha dalších aplikacích, ať už z důvodu budoucí úspory uvědomělých investorů, či požadavků na hlučnost nebo jiné parametry, kterých standardně využívané distribuční transformátory nedosahují. A proč jsou transformátory olejové SGB tak oblíbené a získávají si stále vyšší důvěru u zákazníků? V následujících řádcích o nich něco povíme.

Historie

Více než 60 let know-how a zkušeností se zrcadí v olejových transformátech SGB. Od srpna 1993 se vyrábí olejové distribuční transformátory v Neumarku v Sachsich-Bayerische Starkstrom Geratebau GmbH, která je 100% dceřinou společností SGB Regensburg. Tento nově vybudovaný výrobní závod vybavený tou nejšpičkovější technologií zajišťuje výrobu na nejvyšší možné technické úrovni.

Pro tyto výrobky s dlouhodobou životností se používají pouze kvalitní výrobní materiály a klade se největší důraz na solidní zpracování. Neboť čím vyšší kvalita použitých materiálů a zpracování, tím nižší jsou provozní náklady.

Dle požadavku zákazníka a druhu provozu jsme schopni navrhnout transformátor s optimalizací ztrát. Patří sem transformátory pro obnovitelné zdroje jako fotovoltaické, malé vodní, bioplynové, větrné elektrárny apod.

V hermetické provedení SGB umí vyrobit transformátory do 6 MVA. Prakticky nevyžaduje žádnou údržbu, ani kontrolu oleje.

Pro ekologické aplikace lze transformátory naplnit olejem MIDEL 7131 nebo rostlinným olejem Envirotemp FR3 Fluid. Oba mají sníženou hořlavost a rychlou odbouratelnost v případě ekologické havárie.

Jadro

Pro výpočet jader olejových transformátorů jsou velmi podstatné tyto předepsané parametry: ztráty naprázdno, hlučnost a proud naprázdno. Výběr vysoce kvalitních materiálů pro vývoj a výrobu jádra je proto důležitý.

Pro olejové transformátory SGB jsou použity za stu-



dena válcované orientované plechy s typickým ztrátovým číslem 0,85 W/kg (1,7 T). Ve většině případů použití mohou být díky tomu dosaženy požadované hodnoty pro ztráty naprázdno a hlučnost. Při požadavcích nízkých ztrát je použit tzv. Hi-B-plech, u kterého mohou být sníženy ztráty naprázdno o 15% a hlučnost o 5-7dB(A) při stejných rozměrech, takže lze tyto transformátory použít také pro speciální aplikace, které toto provedení vyžadují. Tyto plechy se používají např. pro dodávky ČEZu, který patří k největším odběratelům nízkoztrátových transformátorů v ČR.

Jádra samotná jsou stříhána a skládána na moderních strojích, které zaručují vysoce precizní překládání metodou Step-Lap. Zjednodušeně řečeno jsou při metodě Step-Lap díky mnohonásobnému překrytí jednotlivé plechy spojeny a staženy, čímž jsou redukovány ztráty.

Všechna jádra jsou chráněna před korozí vysoce tepelně odolným dvousložkovým lakem. Mimo vynikající antikorozi vlastnosti, je tím také zajištěna nutná stabilita jádra, protože lak vnikne také mezi jednotlivé plechy a tyto vzájemně slepí.

Jádro je fixováno prostřednictvím rámu, skládajícího se ze spodních a horních stahovacích profilů a závitových tyčí.

Závitové tyče jsou vytvořeny z nemagnetické oceli a silově spojují horní a spodní stahovací konstrukci. Konstrukčně je rám proveden tak, aby bylo jádro fixováno maximálně volně vůči namáhání v tlaku a

tahu, neboť jediné tak bude mít vynikající vlastnosti ve vztahu ke ztrátám a hlučnosti.

Nízkonapěťové vinutí

Vinutí nižšího napětí je téměř vždy provedeno u SGB olejových transformátorů jako foliové. Výhody této metody mluví za sebe:

- Snížení dodatečných ztrát
- Vyrovnané rozložení teplot ve vinutí
- Vysoká zkratová pevnost

Výjimky jsou z technických důvodů jen u výkonů nižších než 160 kVA a napětí vyšších než 3 kV (např. 10 kV).

Již více než 40 let vyrábí SGB fóliové vinutí pro distribuční transformátory. Tato dlouhá zkušenost je důvodem pro kvalitu zaručující specifiky:

- SGB používá výhradně materiál od výrobců ze speciálních válcoven, aby bylo zajištěno, že hrany budou bez otřepů. Toto je nutný předpoklad pro elektrickou spolehlivost.
- Pro spojení výstupní přípojnice s pásem vinutí existují dvě běžné metody; a sice svařování pod ochrannou atmosférou nebo svařování za studena pod vysokým tlakem (400kN). Již více než 20 let používá SGB pouze svařování za studena.

Výhody:

- žádné metalurgické změny vodivého materiálu vlivem teplotního procesu
- žádná cizí tělesa, která mohou vzniknout během svařování)
- Díky použití vícevrstvého Prepregu a následnému slepení vznikne velmi pevný silnostěnný válec, který může, na rozdíl od běžných provedení, samostatně potlačit radiální zkratové síly. Jednoduché uchycení k jádru slouží pouze k vycentrování.

Vysokonapěťové vinutí

Vysokonapěťové vinutí je srdcem transformátoru. Zde leží velký technický know-how SGB. Jádro a cívka nízkého napětí jsou pro celkové dimenzování rovněž důležité, protože všechny komponenty musí být vzájemně sladěny. Jednotlivé cívky se navíjejí na plně nebo poloautomatickým navíjecím automatem lakovaným drátem při konstantním tahu na nosný válec nebo přímo na NN vinutí. Mezivrstva izolace je z vysoce jakostního kabelového papíru, který si automat vkládá sám. Po navinutí cívky se každá cívka opatří samosmršťovací bandáží, která zpevní vinutí pro dobrou zkratovou odolnost a optimální rozložení rázového napětí.

Nádoba

Nádoba se skládá z 3 základních částí. Z olejové vany, vlnovce ve tvaru „harmonik“ a vrchního nosného rámu. Harmoniky jsou ohýbány na ohýbacím automatu z ocelového plechu o síle 1,25 – 1,5 mm. Harmonika plní obě funkce – jednak zvětšuje chladicí plochu pro odvod tepelných ztrát, dále pak vyrovnává objemové změny zahříváním oleje.

Svařování všech dílů provádí svařovací roboti. Následně je nádoba testována na těsnost. Vnitřek nádoby je vystříkán speciální tekutinou, která má nižší viskozitu než olej a v UF záření fosforuje. Po důkladné kontrole těsnosti je nádoba očištěna od špatných svárů a opískována. Následuje antikorozní úprava. Skládá se ze dvou vrstev základní barvy a dvou vrstev krycích. Všechny dohromady mají 140 µm. Standardní odstín RAL 7033 nebyl zvolen náhodně. Spektrum vyzařování tepla je při běžné pracovní teplotě transformátoru do 100 °C u této barvy ideální. Pokud si zákazník přeje barvu jinou, dojde ke zvětšení chladicí plochy. SGB jako držitel certifikátu ISO 14000 už několik let používá vodou ředitelné barvy, které daleko méně zatěžují životní prostředí.

Nádoby nejsou klasicky stříkány, ale namáčeny v obrovské lázni. Po vysušení jsou nádoby připraveny ke spojení s aktivní částí a po vakuovém sušení k plnění olejem. Na požádání mohou být nádoby dodávány i žarověpozinkované formě.

Náš výrobní závod vyrábí:

- distribuční transformátory do 2,5 MVA
- výkonové transformátory výkonu do 16 MVA (větší se pak vyrábějí v Regensburgu do 160 MVA)
- zhášející a zemnicí tlumivky
- umělý uzel
- transformátory pro EOv a FKZ
- měničové a trakční transformátory

Hermetické provedení SGB transformátorů zajišťuje bezúdržbový provoz po celou dobu životnosti. V normálních provozních podmínkách je to min. 40 let.

Text: Ing. Michal Mrajca

Foto: Ing. Petra Hawliczková



Elpro-Energo

www.elpro-energo.cz