



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.

Tyto transformátory mají oproti typu DOTUL -30% (hodnoty ztrát C – C' - 30% dle normy ČSN 35 1121) ztráty redukovány o přibližně **20%** v závislosti na zvoleném 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 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.

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 slyšet mnohem méně. Vyvinutý 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 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 redukovánými ztrátami naprázdno (DTTHMG), optimalizovanými ztrátami naprázdno (DTTHMM), tří- (DTTH3M) a čtyřvínutové (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.

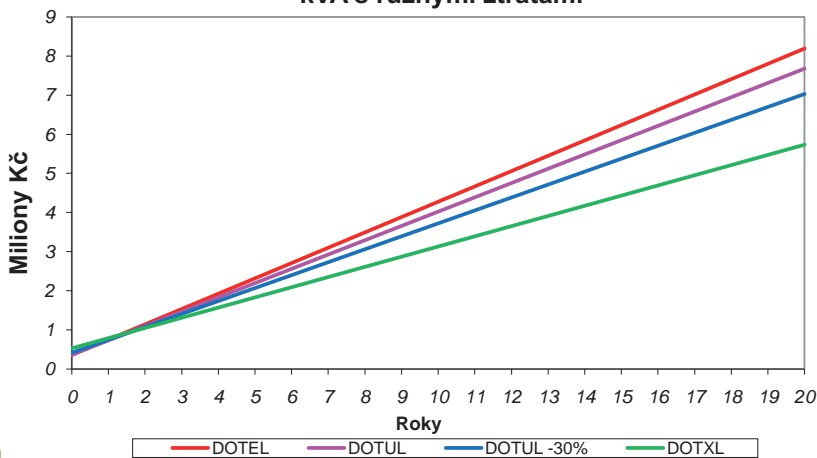
Je zřejmé, že transformátory s extrémně sníženými ztrátami, které byly vyvinuty především z důvodu rozmachu fotovoltaických elektráren, nebyly jen dočasným výdobytkem, ale najdou uplatnění i v mnoha dalších aplikacích, ať už z důvodu budoucí úspory uvědomělých investorů, či požadavků na hlučnost nebo 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 zrcadlí v olejových transformátorech 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

Porovnání nákladů u olejových transformátorů 1000 kVA s různými ztrátami



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!**

Přestože je boom v oblasti fotovoltaických elektráren za námi, transformátory s extrémně nízkými ztrátami, jako např. DOTXL svoje místo na trhu zcela neztrácí. I přes vyšší pořizovací

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 uveďme hlučnost transformátoru o výkonu 1000 kVA s převodem 22/0,4 kV. Typ DOTZ 1000H/20 se ztrátami $P_o = 1400$ W a $P_k = 13000$ W (hodnoty ztrát B – B') vyvíjí akustický tlak ($L_p(A)$) 55 dB. Oproti tomu transformátor DOTXL 1000H/20 se ztrátami $P_o = 600$ W a $P_k = 7500$ W



výrobní závod vybavený tou nejspícho-
vější technologií zajišťuje výrobu na nej-
vyšší možné technické úrovni.

Pro tyto výrobky s dlouhodobou ži-
votností se používají pouze kvalitní vý-
robní materiály a klade se největší důraz
na solidní zpracování. Neboť čím vyšší
kvalita použitých materiálů a zpracová-
ní, tím nižší jsou provozní náklady.

Dle požadavku zákazníka a druhu
provozu jsme schopni navrhnout trans-
formátor s optimalizací ztrát. Patří sem
transformátory pro obnovitelné zdroje
jako fotovoltaické, malé vodní, bioply-
nové, větrné elektrárny apod.

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

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

JÁDRO

Pro výpočet jader olejových trans-
formátorů jsou velmi podstatné tyto
předepsané parametry: ztráty naprázd-
no, hlučnost a proud naprázdno. Výběr
vysoce kvalitních materiálů pro vývoj
a výrobu jádra je proto důležitý.

Pro olejové transformátory SGB
jsou použity za studena válcované ori-
entované plechy s typickým ztrátovým
číslem 0,85 W/kg (1,7 T). Ve většině pří-
padů použití mohou být díky tomu do-

saženy požadované hodnoty pro ztráty
naprázdno a hlučnost. Při požadavcích
nízkých ztrát je použit tzv. Hi-B-plech,
u kterého mohou být sníženy ztráty na-
prázdnou o 15% a hlučnost o 5-7dB(A)
při stejných rozměrech, takže lze tyto
transformátory použít také pro speciál-
ní aplikace, které toto provedení vyža-
dují. Tyto plechy se používají např. pro
dodávky ČEZu, který patří k největším
odběratelům nízkoztrátových transfor-
mátorů v ČR.

Jádra samotná jsou stříhána a sklá-
dána na moderních strojích, které za-
ručují vysoce precizní překládání me-
tadou Step-Lap. Zjednodušeně řečeno
jsou při metodě Step-Lap díky mnoh-
násobnému překrytí jednotlivé plechy

spojeny a staženy, čímž jsou reduková-
ny ztráty.

Všechna jádra jsou chráněna před
korozi vysoce tepelně odolným dvou-
složkovým lakem. Mimo vynikající anti-
korozní vlastnosti, je tím také zajištěna
nutná stabilita jádra, protože lak vnikne
také mezi jednotlivé plechy a tyto vzá-
jemně slepí.

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

Závitové tyče jsou vytvořeny z ne-
magnetické oceli a silově spojují horní
a spodní stahovací konstrukci. Kon-
strukčně je rám proveden tak, aby bylo
jádro fixováno maximálně volně vůči na-
máhání v tlaku a tahu, neboť jedině tak
bude mít vynikající vlastnosti ve vztahu
ke ztrátám a hlučnosti.

NÍZKONAPĚŤOVÉ VINUTÍ

Vinutí nižšího napětí je téměř vždy
provedeno u SGB olejových transfor-
mátorů jako foliové. Výhody této meto-
dy 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 na-
pětí vyšším než 3 kV (např. 10 kV).

Již více než 40 let vyrábí SGB fólio-
vé vinutí pro distribuční transformátory.
Tato dlouhá zkušenost je důvodem pro
kvalitu zaručující specifikace:

- SGB používá výhradně materiál od
výrobce 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 vidivého materiálu vlivem teplotního procesu

○ žádná cizí tělesa, která mohou vzniknout během svařování)

● Díky použití vícevrstvého Prepregu a následnému spleení 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 navijecím autotatem 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 samo smršťovací 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 ještě nižší viskozitu než olej a v UF záření fosforuje. Po důkladné kontrole těsnosti je nádoba očištěna od špatných svárů a opískována. Následuje antikorozní úprava.

Ta se skládá ze dvou vrstev základní barvy a dvou vrstev krycích. Všechny vrstvy dohromady mají 140µm. 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 žárově pozinkované 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 EO 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.

Elpro-Energo s. r. o.

Praha – tel.: 266 790 222

Třinec – tel.: 558 999 333

info@elpro-energo.cz

www.elpro-energo.cz

