

Poradna

Doporučení pro výběr a užití přístrojových transformátorů nízkého napětí

Typové řady přístrojových transformátorů proudu CLA a CLB jsou navrženy v souladu s ČSN i IEC a odpovídají nejnovějším mezinárodním trendům v této oblasti.

- Charakteristika přístrojových transformátorů proudu typu CLA a CLB
- Jmenovitý primární proud
- Jmenovitý sekundární proud
- Jmenovitý převod
- Jmenovitá zátěž
- Chyba proudu
- Chyba úhlu
- Celková chyba
- Jmenovité nadproudové číslo
- Nadproudový činitel
- Jmenovitý krátkodobý (tepelný) proud
- Jmenovitý dynamický proud
- Třída přesnosti
- Nasycení magnetického materiálu
- Otevřený sekundární obvod proudového transformátoru
- Násuvný transformátor proudu s průvleky primárního vodiče
- Volba jmenovitého výkonu transformátoru

Charakteristika přístrojových transformátorů proudu typu CLA a CLB:

1. plně vyhovují požadavkům ČSN a IEC
2. široký rozsah možných primárních proudů
3. jednotné provedení
4. pevné kompaktní provedení
5. volitelná možnost montáže (na konstrukci, na nosný primární vodič)
6. každý transformátor je u výrobce individuálně testován (na požádání je možné vystavit zkušební protokol)
7. transformátory třídy přesnosti 0,5 je možné dodat úředně ověřené (ocejchované)

Jmenovitý primární proud [I_{1n}]

Je efektivní hodnota primárního proudu, která je uvedena na štítku transformátoru. Každý transformátor typu CLA i CLB je trvale přetížitelný na 120 % I_{1n} . Lze vyrobit transformátor s rozšířeným měřicím rozsahem (tzn. trvale přetížitelný) 150-200 %. Jmenovité primární proudy jsou voleny z doporučené řady **5-10-12,5-15-20-25-30-40-50-60-75** a jejich desítkové násobky (zvýrazněné hodnoty jsou přednostní).

Jmenovitý sekundární proud [I_{2n}]

Hodnota sekundárního proudu uvedená na štítku transformátoru, odpovídající podle jmenovitého převodu jmenovitému primárnímu proudu. Standardní hodnota jmenovitého sekundárního proudu je 5 A, na požádání však lze vyrobit transformátor se sekundárním proudem 1 A. (Sekundární proud 1 A se z bezpečnostních a technických důvodů nedoporučuje používat u transformátorů s větším primárním proudem nad 1500 A.)

Jmenovitý převod [K_n]

Poměr jmenovitého primárního a jmenovitého sekundárního proudu. Převod se uvádí obecným zlomkem, v jehož čitateli je jmenovitý primární proud a ve jmenovateli jmenovitý sekundární proud. Zlomek se nekrátí.

Jmenovitá zátěž [P_n]

Zátěž uvedená na štítku transformátoru. Udává se ve VA. Jmenovité zátěže jsou voleny z doporučené řady 1-1,5-2,5-5-7,5-10-15-30-45-60 VA (zvýrazněné hodnoty jsou přednostní).

Chyba proudu

Chyba, způsobená tím, že skutečný převod transformátoru proudu se nerovná převodu jmenovitému. Vyjadřuje se v procentech.

Chyba úhlu

Rozdíl fáze mezi vektorem primárního proudu a vektorem sekundárního proudu. Chyba úhlu je kladná, jestliže vektor sekundárního proudu předbíhá vektor primárního proudu. Vyjadřuje se v úhlových minutách.

Celková chyba

Vektorový součet chyby proudu a chyby úhlu. V oblasti větších nadproudů je tato chyba zvětšována vyššími harmonickými.

Jmenovité nadproudové číslo

Násobek jmenovitého primárního proudu ve kterém dosáhne chyba proudu při jmenovité zátěži hodnoty 10 %; je uváděna ve formě: $n < X$.

Nadproudový činitel

Uvádí se u jisticích transformátorů proudu (třída přesnosti 5P a 10P). Je to násobek jmenovitého primárního proudu ve kterém dosáhne chyba proudu při jmenovité zátěži stanovené hodnoty (podle třídy přesnosti 5 % nebo 10 %).

Jmenovitý krátkodobý (tepelný) proud [I_{thn}]

Efektivní hodnota nejvyššího primárního proudu, který může procházet po dobu 1 sekundy primárním vinutím transformátoru, aniž se poškodí. U transformátorů typu CLA a CLB je I_{thn} vždy minimálně šedesátinásobkem jmenovitého primárního proudu.

Jmenovitý dynamický proud [I_{dyn}]

Vrcholová hodnota nejvyšší amplitudy primárního proudu. U transformátorů CLA a CLB je I_{dyn} vždy 2,5 násobek I_{thn} .

Třída přesnosti

Podle dovolených chyb se přístrojové transformátory proudu zařazují do těchto tříd přesnosti:

Měřicí transformátory:

0,1 - přesná laboratorní měření

0,2 - laboratorní měření

0,5 - měření spotřeby elektrické energie

0,5S - měření spotřeby elektrické energie (rozšířený proudový rozsah - od 1% jmenovitého proudu)

1 - podružné měření

3 - orientační kontrolní měření

Jistící transformátory:

5P

10P

Dovolené chyby proudu a úhlu pro měřicí transformátory proudu

ČSN 35 1301 - Přístrojové transformátory proudu):

Třída přesn.	Chyba proudu (%) (při hodnotách jmen. prim. proudu v %)						Chyba úhlu (min) (při hodnotách jmen. prim. proudu v %)					
	1	5	20	50	100	120	1	5	20	50	100	120
0,1	-	0,4	0,2	-	0,1	0,1	-	15	8	-	5	5
0,2	-	0,75	0,35	-	0,2	0,2	-	30	15	-	10	10
0,5	-	1,5	0,75	-	0,5	0,5	-	90	45	-	30	30
1	-	3,0	1,5	-	1,0	1,0	-	180	90	-	60	60
3	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-
0,2S	0,75	0,35	0,2	-	0,2	0,2	30	15	10	-	10	10
0,5S	1,5	0,75	0,5	-	0,5	0,5	90	45	30	-	30	30

Nasycení magnetického materiálu

Všechny magnetické materiály mají tu vlastnost, že když intenzita magnetického pole dosáhne jisté hodnoty, jádro se nasatí. V tomto bodě je třeba pro magnetizaci jádra velká hodnota primárního proudu. Zvyšování primárního proudu po nasycení magnetického obvodu proto znamená jen nepatrné zvýšení sekundárního proudu. Proto je zřejmé, že přístrojový transformátor proudu je v oblasti nasycení naprosto nepřesný.

Přesycení může nastat, když skutečné břemeno podstatně převyšuje jmenovité břemeno, nebo v případě velkých nadproudů.

Tento jev může být využíván na ochranu přístrojů zapojených v sekundárním obvodu transformátoru proti zničení velkým nadproudem a proto bývá u měřících transformátorů proudu definováno nadproudové číslo, které vyjadřuje, kdy u transformátoru dojde k nasycení magnetického obvodu.

Např. jestliže nadproudové číslo je pro daný transformátor menší než 5 ($n < 5$), znamená to, že při pětinasobku jmenovitého primárního proudu dojde k přesycení magnetického obvodu, jinými slovy při zvyšování primárního proudu nad pětinasobek jmenovité hodnoty nebude sekundární proud dále vzrůstat (resp. bude vzrůstat jen nepatrně).

Otevřený sekundární obvod proudového transformátoru

Je velmi důležité zajistit, aby za provozu nikdy nemohlo dojít k rozpojení sekundárního obvodu transformátoru proudu. V tomto případě by totiž byly na sekundární straně transformátoru produkovány vysokonapěťové špičky (často tisíce voltů), které by mohly vést ke zničení transformátoru.

Násuvný transformátor proudu s průvleky primárního vodiče

V případě měření menších proudů (cca do 100 A) lze dosáhnout úspory použitím násuvného provedení transformátoru proudu s vhodně zvoleným několikanásobně vyšším jmenovitým primárním proudem, oproti závitovému provedení. Primární vodič se v tom případě provleče několikrát vnitřním otvorem násuvného transformátoru. Tímto způsobem lze přizpůsobit daný transformátor proudu různým (menším) primárním proudům.

Příklad:

Provlečeme-li násuvným transformátorem jmenovitého převodu 200/5 A čtyři závity primárního vodiče, můžeme měřit primární proud $200\text{ A} / 4\text{ závity} = 50\text{ A}$ (samozřejmě stále platí jmenovitý výkon a třída přesnosti uvedená na štítku násuvného transformátoru).

Volba jmenovitého výkonu transformátoru

Při volbě jmenovitého výkonu transformátoru je vždy nutné vycházet z reálné spotřeby přístrojů zapojených v sekundárním obvodu transformátoru a ze ztrát v daném vedení. Každý měřicí transformátor může být zatížen skutečnou zátěží v rozsahu 25-100 % jmenovité zátěže.

Příklad:

Přibližné spotřeby měřících, jisticích a regulačních přístrojů:

ampermetr elektromagnetický 0,6-1,5 VA

wattmetr ferrodynamický 0,5-5,0 VA

elektroměr 0,3-1,4 VA

10 m Cu vodiče průřezu $2,5\text{ mm}^2$ 1,8 VA (platí pro 5 A)

10 m Cu vodiče průřezu $2,5\text{ mm}^2$ 0,07 VA (platí pro 1 A)

Z uvedeného příkladu ztrát ve vedení je vidět rozdíl mezi ztrátami při 5 A a 1 A sekundárním výstupu transformátoru. Při stejném průřezu drátu klesne toto přídavné zatížení na 1/25 oproti zatížení při sekundárním proudu 5 A. (Spotřeba jednotlivých přístrojů však zůstává stejná !) Nevýhodou sekundárního vinutí 1 A je ale možnost vzniku nebezpečného napětí na sekundárních svorkách transformátoru, zvláště při vyšších jmenovitých primárních proudech transformátoru.