

ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.1
- ДОДАТАК 1-

ОСНОВНИ ЗАХТЕВИ ЗА ПОНУДУ И НАРУЏБИНУ УЉНИХ
ЕНЕРГЕТСКИХ ТРАНСФОРМАТОРА
10/0,42 KV, 20/0,42 KV и 20(10)/0,42 KV

II издање
јануар 2008.

Из архиве:

На основу предлога Радне групе, Технички савет ЕПС-а, Дирекција за дистрибуцију електричне енергије Србије, издаје:

**ДОДАТАК 1 ТЕХНИЧКЕ ПРЕПОРУКЕ бр.1:
ОСНОВНИ ЗАХТЕВИ ЗА ПОНУДУ И НАРУЏБИНУ
УЉНИХ ЕНЕРГЕТСКИХ ТРАНСФОРМАТОРА
10/0,42 KV, 20/0,42 KV и 20(10)/0,42 KV**

I издање

Чланови Техничког савета:

- 1 Милутин Радуловић, председник, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Драган Балкоски, ЕПС Београд
- 3 мр Јосиф Спирић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 4 мр Ненад Катић, "Електрооводина" Нови Сад
- 5 Милосав Филиповић, "Електросрбија" Краљево
- 6 Миодраг Павковић, "Електротимок" Зајечар
- 7 Милоје Јездимировић "Електродистрибуција" Ужице
- 8 Константин Живковић, "Електродистрибуција" Ниш
- 9 мр Миладин Танасковић, "Електродистрибуција" Београд
- 10 Мирослав Марковић, "Електропривреда Црне Горе" Никшић
- 11 Драгић Николић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 12 Миодраг Анђелковић, "Електрокосмет" Приштина
- 13 Влајко Муњас, "Електроморава" Пожаревац
- 14 Миодраг Миљковић, "Електродистрибуција" Врање
- 15 Милорад Тушевљак, "Електропривреда Републике Српске"
- 16 Гојко Праштало, "Електродистрибуција" Бања Лука
- 17 Жарко Мићин, "Електрооводина" Нови Сад
- 18 Александар Петровић "Електросрбија" Ваљево
- 19 Федора Лончаревић, ЕПС- Дирекција за дистрибуцију, Београд
- 20 Слободан Кујовић, ЕПС- Дирекција за дистрибуцију, Београд

Чланови Радне групе:

- 1 Жарко Мићин, "Електрооводина" Нови Сад
- 2 Слободан Максимовић, "Електродистрибуција" Београд
- 3 Ратко Исидоровић, "Минел-Трафо" Младеновац
- 4 Константин Живковић, "Електродистрибуција" Ниш
- 5 Никола Гашић, ЕПС- Дирекција за дистрибуцију, Београд
- 6 Томислав Бојковић, ЕПС- Дирекција за дистрибуцију, Београд

март 1997.

На основу предлога Радне групе, Технички савет ЕПС-а, Дирекције за дистрибуцију електричне енергије, на 186. састанку, који је одржан 19.02.2008. у Нишу, донео одлуку, **усваја се**:

ДОДАТАК 1 ТЕХНИЧКЕ ПРЕПОРУКЕ бр. 1:

**ОСНОВНИ ЗАХТЕВИ ЗА ПОНУДУ И НАРУЏБИНУ
УЉНИХ ЕНЕРГЕТСКИХ ТРАНСФОРМАТОРА
10/0,42 KV, 20/0,42 KV и 20(10)/0,42 KV**

II издање

Чланови Техничког савета:

- 1 Мирослав Босанчић, Председник, ПД "Електродистрибуција Београд" д.о.о, Београд
- 2 Душан Мутић ПД "Електровојводина" д.о.о, Нови Сад
- 3 Миломир Белчевић, ПД „Електросрбија“ д.о.о, Краљево
- 4 Андрија Вукашиновић, ПД „Југоисток“ д.о.о. Ниш
- 5 Миодраг Ристић, ПД „Центар“ д.о.о, Крагујевац
- 6 Никола Гашић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд
- 7 Слободан Кујовић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд
- 8 Миодраг Сретовић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд

Чланови Радне групе:

- 7 Слободан Максимовић, "Електродистрибуција" Београд
- 8 Жарко Мићин, "Електровојводина" Нови Сад
- 9 Слободан Кујовић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд
- 10 Ненад Мраковић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд
- 11 Владимир Шилјут, "Електродистрибуција" Београд

јануар 2008.

1 ОПШТИ ПОДАЦИ И НАЗНАЧЕНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ (JUS IEC 76-1)

1.1 Термини:

Према JUS IEC 50, поглавље 421.

1.2 Општи подаци:

Трофазни уљни енергетски трансформатор (у даљем тексту: **трансформатор**), са одвојеним намотајима, за спољну монтажу, предвиђен за рад у електродистрибутивној мрежи називног напона 10 kV (највиши напон: 12 kV), 20 kV (највиши напон: 24 kV) и 0,4 kV (највиши напон: 1,1 kV), називне фреквенције 50 Hz.

Неутрална тачка мреже 10 kV и 20 kV је изолована или уземљена преко нискоомске импедансе (ТП-6).

Мрежа 0,4 kV је директно уземљена.

1.3 Подаци о околини на месту монтаже:

- надморска висина: не прелази 1000 m;
- температурни опсег: - 25 °C до + 40 °C;
- услови загађења: лаки, нису потребне посебне мере заштите;
- сеизмички утицаји: не постављају се посебни захтеви.

1.4 Начин хлађења (JUS IEC 76 - 2): ONAN

- унутрашње: минерално уље, природно струјање кроз хладњаке и намотаје;
- спољашње: ваздух, природно струјање.

1.5 Назначене снаге:

Назначена снага важи за трајан погон, назначену фреквенцију 50 Hz и главни извод намотаја вишег напона. Главни извод је извод максималне струје.

У електродистрибутивној мрежи се користе назначене снаге:

50 kVA, 100 kVA, 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA, 630 kVA и 1000 kVA.

За потребе индустријских погона, који се прикључују на електродистрибутивну мрежу, могу да се користе и веће назначене снаге:

1.6 Назначени напони намотаја:

- 1.6.1 - намотај вишег напона: 10 kV;
 - намотај нижег напона: 420 V / 242 V.
- 1.6.2 - намотај вишег напона: 20 kV;
 - намотај нижег напона: 420 V / 242 V.
- 1.6.3 - намотај вишег напона (преклопљив): 20 kV (10 kV);
 - намотај нижег напона: 420 V / 242 V.

1.7 Изводи и регулација напона (JUS IEC 76 - 1 и JUS N.H1.005):

Намотај вишег напона је намотај са изводима.

Опсег извода је $\pm 2 \times 2,5\%$.

Изводи се бирају помоћу мењача са пет положаја, у безнапонском стању трансформатора.

Извод са ознаком “1” одговара највећем броју навојака, извод “3” је главни извод, а извод са ознаком “5” одговара најмањем броју навојака.

1.8 Спрега:

- за назначене снаге трансформатора до 160 kVA: Yzn5;
- за назначене снаге трансформатора веће од 160 kVA: Dyn5;
- за преклопљиве трансформаторе 20(10)/0,42 kV: Y(Y)zn5 за назначене снаге до 160 kVA, односно D(D)yn5 за назначене снаге веће од 160 kVA.

1.9 Напон кратког споја (JUS N.H1.005):

- за назначене снаге трансформатора до 630 kVA: 4%;
- за назначене снаге трансформатора веће од 630 kVA: 6%.

1.10 Вредности губитака празног хода P_o , губитака због оптерећења P_{Cu} и струја празног хода I_o дате су у табели 1.10.

Губици празног хода P_o односе се на назначени напон и назначену фреквенцију 50 Hz.

Губици због оптерећења P_{Cu} односе се на главни извод и референтну температуру 75 °C.

Струја празног хода I_o односи се на назначени напон, назначену фреквенцију 50 Hz и главни извод.

Табела 1.10: Губици и струје празног хода

Снага [kVA]	P_o [W]	P_{Cu} [W]	I_o [%]
50	125	875	1,5
100	210	1475	1.1
160	300	2000	1,0
250	425	2750	0,9
400	610	3850	0,8
630	860	5400	0,7
1000	1100	9500	0,5

1.11 Оптерећење трансформатора и пораст температуре:

Оптерећивање трансформатора треба да буде у складу са стандардом JUS N.H1.016 и IEC 354, а пораст температуре у складу са JUS IEC 76-2.

Стезаљка неутралне тачке намотаја нижег напона је оптеретљива назначеном струјом трансформатора.

1.12 Степен (ступањ) изолације (JUS N.H1.013):

Користи се једнолика изолација намотаја, тако да сви крајеви који су спојени на стезаљке имају према земљи исти подносиви напон индустријске фреквенције.

Највиши напон опреме примењен на намотаје трансформатора (највиша вредност напона између фаза) не сме да буде мањи од вредности највишег напона мреже датих у тачки 1.2.

Степени изолације су:

- трансформатор 10/0,42 kV: LI 75 AC28 / AC 3;
- трансформатор 20/0,42 kV: LI 125 AC 50 / AC 3;
- преклопљив трансформатор 20(10)/0,42 kV: LI 125 AC 50 / AC 3.

Словна ознака LI означава подносиви атмосферски ударни напон, а AC подносиви наизменични напон индустријске фреквенције, при чему су одговарајуће вредности дате у киловолтима [kV].

1.13 Ниво буке трансформатора:

Највише вредности допуштених нивоа звучне снаге трансформатора утврђене су стандардом JUS N.H1.005.

Мерење буке врши се према JUS N.H1.551.

2 ОСНОВНЕ КОНСТРУКТИВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И ОПРЕМА

- 2.1 **Трансформатор је са конзерватором** (дилатациони суд).
Положај конзерватора, у зависности од назначене снаге, дат је у стандарду JUS N.H1.005.
- 2.2 **Магнетно коло** треба да буде израђено од хладно ваљаних лимова високог магнетног пермеабилитета. Тип магнетног кола, изолација лимова и сл. оставља се на избор произвођачу трансформатора, са циљем изналажења оптималног решења.
- 2.3 **Намотаји** су од бакра високе чистоће.
Намотаји нижег напона су:
- цилиндрични од профилне жице за назначене снаге до 250 kVA;
- типа фолија за назначене снаге веће од 250 kVA.
- 2.4 **Изолационо уље:**
У новим трансформаторима могу да се користе само нова минерална изолациона уља истог типа (Y 3000 и сл.) и истог произвођача, у складу са стандардом JUS B.H3.561.
Произвођач трансформатора треба да да податке о осталим уљима која могу да се мешају у току експлоатације.
- 2.5 **Трансформаторски суд и поклопац:**
- 2.5.1 **Трансформаторски суд и поклопац** су робусне конструкције, израђени од квалитетног материјала који се не деформише пробијањем отвора и монтажом опреме и прибора. Спој суда са поклопцем изводи се помоћу завртњева и заптивача од квалитетног дуготрајног материјала (силиконска гума, гума отпорна на минерална уља, плута са гумом отпорном на минерална уља итд.).
- 2.5.2 Трансформаторски суд и поклопац мора да буду квалитетно антикорозивно заштићени (одмашћивање, пескирање, неколико слојева боје). Сви заштитни премази су отпорни на повишену температуру и минерална уља. Спољашња боја је сивомаслинаста. Укупна дебљина заштитних премаза износи најмање 80 µm.
Споразумом са произвођачем могу да се уговоре и друге врсте антикорозивне заштите (цинковање и сл.).
- 2.5.3 Хладионици су од валовитог лима, отпорни на вибрације и саставни су део трансформаторског суда или су класични радијатори.
- 2.5.4 Опрема и прибор трансформаторског суда (JUS N.H1.005):
- два прикључка за уземљење (JUS N.H1.043);
- натписна плочица (JUS N.H1.051) постављена са стране ниског напона, али држачи натписне плочице се постављају на све четири стране трансформаторског суда;
- џеп за термометар (JUS N.H1.052), и то један за назначене снаге до 630 kVA и два за назначене снаге веће од 630 kVA;
- вентил за испуштање уља (са чепом или кугластом славинам);
- отвор на поклопцу за наливање уља.

2.6 Конзерватор:

2.6.1 Конзерватор мора да буде таквих димензија да одговара свим условима рада и промени температуре уља у опсегу: - 20 °C до +115 °C.

Конзерватор је повезан са трансформаторским судом помоћу цеви облика “С”, у коју се умеће гасни (Бухолцов) реле, или међукомад ако се овај реле не уграђује.

2.6.2 Заштита конзерватора од корозије врши се као и за трансформаторски суд (тачка 2.5.2).

2.6.3 Опрема и прибор конзерватора (JUS N.H1.005):

- уљаказ, градуисан у °C, како би се у експлоатацији уље наливало према температури уља у трансформатору;

- отвор за наливање уља;

- чеп за испуштање уља и талога;

- сушионик ваздуха са силикагелом (JUS N.H1.052).

2.6.4 Поред опреме и прибора из тачке 2.6.3, **трансформатори назначених снага већих од 160 kVA морају да имају посебан вентил конзерватора који спречава истицање уља кроз сушионик ваздуха при транспорту трансформатора**, али који не спречава лако истицање уља при нагом порасту притиска уља услед kVара унутар трансформатора. Вентил се уграђује унутар конзерватора и обухвата цев сушионика ваздуха.

Код трансформатора са вентилом конзерватора, сушионик ваздуха обавезно се уграђује одмах по пуњењу трансформатора уљем.

2.7 Покретање и превоз трансформатора:

2.7.1 **Точкови** трансформатора су изведени према стандарду JUS N.H1.044 и омогућују кретање у правцима оса симетрије трансформаторског суда.

Размак точкова је према стандарду JUS N.H1.041.

2.7.2 **Ушице за дизање трансформатора** (две или четири) морају преко поклопца трансформаторског суда да буду механички везане за активни део, тако да се дизањем трансформатора не напреже трансформаторски суд.

2.8 Уређаји за заштиту трансформатора:

Код трансформатора назначених снага већих од 160 kVA уграђују се:

2.8.1 **Гасни (Бухолцов) реле** за заштиту од унутрашњих kVара и губитка уља. Гасни реле треба да је конструкције отпорне на земљотресе (“reed” контакти), па се не препоручује конструкција релеа са живиним контактима.

2.8.2 Подесиви **контактни термометар**.

3 ИСПИТИВАЊА ТРАНСФОРМАТОРА

- 3.1 **Испитивања трансформатора врши се као коадна испитивања, испитивања типа, пријемна испитивања и специјална испитивања.**
- 3.2 **Коадна испитивање** су испитивања које се врши на сваком поједином трансформатору (JUS IEC 76-1) и обухватају:
- мерење отпорности намотаја;
 - мерење односа трансформације у свим положајима мењача;
 - проверавање фазног помераја;
 - мерење импедансе кратког споја;
 - мерење губитака празног хода;
 - мерење губитака због оптерећења;
 - мерење струје празног хода;
 - испитивање изолације индукованим напоном и страним напоном (JUS N.H1.013);
 - испитивање уља.
- 3.3 **Испитивања типа** су испитивања које врши произвођач на једном трансформатору, као представнику других или сличних трансформатора. У ова испитивања, поред коадних, спадају и:
- мерење повишења температуре (оглед загревања) према стандарду JUS IEC 76-2;
 - мерење нивоа буке према стандарду JUS N.H1.551.
 - испитивање атмосферским ударним напоном (JUS N.H1.013).
- 3.4 **Пријемна испитивања** су сва испитивања која се обављају у присуству корисника (купца). Она по правилу обухватају:
- коадна испитивање (тачка 3.2);
 - испитивање непропустљивости (заптивености) трансформаторског суда (тачка 3.6);
 - испитивање функционалности опреме и уређаја.
- 3.5 **Специјална** испитивање се врши само ако се посебно уговори. У ова испитивања спадају, на пример испитивање отпорности намотаја у кратком споју и сл.
- 3.6 **Испитивање непропустљивости (заптивености) трансформаторског суда:**
- у фази производње трансформатора: визуелни преглед уз употребу специјалног светла и пенетранта;
 - код пријема трансформатора: визуелни преглед и испитивање надпритиском који се постиже са две висине уљног стуба у трајању од два сата.

4 ДОКУМЕНТАЦИЈА

- 4.1 Уз сваки трансформатор произвођач је дужан да достави следећу документацију:
- испитне листове и атесте о комадном испитивању, испитивању типа (на увид) и посебном испитивању (ако је уговорено);
 - фабричке атесте уграђене опреме, прибора и материјала, уколико је то предвиђено стандардом;
 - атест о испитивању изолационог уља, потврду о пореклу и ознаци уља, као и податке о осталим уљима која могу да се мешају у току експлоатације;
 - цртеже са изгледом и главним мерама трансформатора, распоредом опреме и прибора, као и тежини трансформатора;
 - упутство за монтажу, руковање, одржавање и погон трансформатора.
- 4.2 Главне мере, изглед трансформатора, распоред опреме и прибора, тачке вешања, конструкција трансформаторског суда, тежина, порекло изолационог уља, фабрикат и тип опреме и прибора, не могу да се мењају без сагласности корисника.
- 5 Трансформатори 10/0,42 kV, 20/0,42 kV и 20(10)/0,42 kV нормално се испоручују са мењачем који је постављен у положај “3” (средњи извод). Овај положај се пломбира.

Литература

- 1 Збирка југословенских стандарда - енергетски трансформатори. Савезни завод за стандардизацију, Београд 1996.
- 2 Техничке препоруке ЕД Србије.

С А Д Р Ж А Ј

Ред. број		Стр.
1	Општи подаци и назначене карактеристике	1
2	Основне конструктивне карактеристике и опрема	4
3	Испитивање трансформатора	6
4	Документација	7