

РЕКОНСТРУКЦИЈА ТРАНСФОРМАТОРСКЕ СТАНИЦЕ „МЕТАЉКА“**RECONSTRUCTION OF THE SUBSTATION „METALJKA“**

Лазар Симић, Зоран Стојановић, Факултет техничких Наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА

Кратак садржај – У овом раду биће приказана једна типична трансформаторска станица (ТС) 35/10 kV, старије производње, која је до скоро била у погону. Такође у овом раду ће бити описана реконструкција ТС, која подразумева замену комплетне опреме новијом, модернијом и поузданијом опремом. Прорачуни су урађени у складу са методологијом из Стандарда SRPS IEC 60909.

Кључне речи: Трансформаторска станица, хелија, опрема, прорачун, струја квара, заштита, потрошачи.

Abstract - In this paper, one typical substation of 35/10 kV, older production will be shown, which was in operation until recently. Also in this paper will be described the reconstruction of substation, which implies the replacement of complete equipment with newer, more modern and reliable equipment. The calculations were made in accordance with the methodology of SRPS IEC 60909.

Keywords: Substation, switchgear, equipment, calculation, fault current, protection, consumers.

1. УВОД

Трансформаторска станица је лоцирана 2 km од места Митровац, на локацији Крња Јела, која се налази на планини Тари, недалеко од пута Митровац-Брана Лазићи, на надморској висини од 1100 m. Код одређивања макролокације, најповољније место било је у близини раскршћа путева Митровац – Лазићи – Крушчица.

Трансформаторска станица 35/10 kV „Метаљка“ (у даљем тексту ТС) служи за снабдевање потрошача на спољним објектима РХЕ Бајина Башта, који су лоцирани на планини Тара и то:

- Пумпног постројења Ђурићи 35 kV;
- ТС Брана Лазићи 10 kV;
- Фабрике пијаће воде и ТС Крушчица 10 kV;
- Потрошача Горње улазно – излазне грађевине ГУИГ;

као и за напајање дистрибутивних потрошача на планини Тари:

- Дечије одмаралиште на Митровцу 10 kV;
- Митровац 10 kV;
- Далековод за село Растиште 10 kV;
- Далековод Крушчица за село Вежања 10 kV.

2. СТАРО ПОСТРОЈЕЊЕ ТС „МЕТАЉКА“

Систем напајања ТС чине постројење 35 kV, два уљна трансформатора 35/10 kV, од којих је један у погону, док је други у хладној резерви, постројења 35 и 10 kV и система сопствене потрошње 0,4 kV, који се напаја преко трансформатора 10/0,4 kV.

Ћелије 35 kV имају следећу намену:

- Ћелија бр. 1 – трансформатор I;
- Ћелија бр. 2 – ДВ РХЕ (део са растављачем);
- Ћелија бр. 3 – ДВ РХЕ (део са кабловском главом);
- Ћелија бр. 4 – трансформатор II;
- Ћелија бр. 5 – ДВ Ђурићи (део са прекидачем);
- Ћелија бр. 6 – ДВ Ђурићи (део са кабловском главом).

Целокупно постројење 35 kV је ваздушно металом оклопљено изведено у згради са апаратима и сигурносним размацима који одговарају прописима за унутрашњу монтажу. Опрема је смештена у отвореним префабрикованим ћелијама у специјалном извођењу фирме „Минел“. Свака ћелија је од суседне потпуно одвојена, а прелаз сабирница из ћелије у ћелију се врши кроз проводне изолаторе. Пошто је трансформаторска станица „Метаљка“ без посаде (непоседнута трансформаторска станица), прекидачи имају, поред ручног и електромоторни погон. Прекидачи су малоуљни, $I_n=630$ А. Погон растављача је ручни, јер се њима само изузетно манипулише, што се по налогу уклопничара из команде РХЕ препушта да обави чувар или друго овлашћено лице. Ћелије 35 kV су зидне, са предње стране преграђене жичаним вратима и са орманима за смештај опреме [1].

ТС се напаја из поља Е9 са сабирница I (прве) секције сопствене потрошње РХЕ Б. Башта 35 kV. Из поља Е9, подземни кабал NPZO 3x70 mm², дужине L=9180 m полази успонском трасом (NPZO-23A, L=2400 m на првом стрмљем делу трасе, затим NPZOP-13A, L=7350 m). Кабл у ТС долази у ваздушну (отворену-стари назив) доводну ћелију поља бр. 3 једноструког система сабирница 35 kV. Ћелија 35 kV бр.3 садржи уљну кабловску главу доводног кабла. Из доводне ћелије бр.3 сабирнице 35 kV воде у доводну ћелију бр. 2.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др. Зоран Стојановић, ванр. проф.

Трансформатори су смештени напољу уз сами зид трафостанице. Трансформатор бр.1 је номиналне снаге 1600 kVA, а трансформатор бр. 2 је номиналне снаге 2500 kVA. Трансформатори су трофазни, уљни са природним хлађењем (ONAN), за спољну монтажу, преносног односа 35/10 kV, спреге Yy0. Трансформатори су постављени у својим зиданим кадама на темељним стопама са Се-шинама. Сабирна уљна јама је заједничка. На 35 kV страни трансформатори су голим бакарним сабирницама спојени са одговарајућом 35 kV хелијом (пролаз Су – сабирнице кроз отвор у зиду објекта кроз шупљи изолатор, улаз у хелију одозго), а на 10 kV страни каблом. Голе бакарне сабирнице су на слободном простору заштићене мрежом. Трансформатори могу напајати оба система сабирница 10 kV што је омогућено системом растављача у 10 kV хелијама.

Намена хелија 10 kV:

- Хелија бр. 1 – ДВ Митровац;
- Хелија бр. 2 – ДВ Дечије одмаралиште;
- Хелија бр. 3 – ДВ Лазихи;
- Хелија бр. 4 – спојна хелија;
- Хелија бр. 5 – трансформатор I;
- Хелија бр. 6 – трансформатор II;
- Хелија бр. 7 – ДВ Улазна грађевина;
- Хелија бр. 8 – ДВ Растихте;
- Хелија бр. 9 – мерење;
- Хелија бр. 10 – ДВ Крушчица филтерско постројење;
- Хелија бр. 11 – ДВ Крушчица II;
- Хелија бр. 12 – сопствена потрошња.

Ово постројење је монтирано у истој просторији у којој је разводно постројење 35 kV. Целокупно постројење 10 kV је састављено из оклопљених слободностојећих хелија са двоструким сабирницама. Хелије су изоловане једна од друге, а унутар хелија су постављене сигурносне преграде. Хелије 10 kV су стандардни производ фабрике „Минел“.

Систем напајања 10 kV се састоји од два система сабирница 10 kV са могућношћу њиховог преспајања (растављачко – спојна хелија бр.4). Доводна поља 10 kV су хелија бр. 5 – довод трансформатор бр.2 и хелија бр. 6 - довод трансформатор бр. 1.

Изводна поља 10 kV су подељена на изводе за напајање спољних објеката РХЕ „Б.Башта“, изводе за напајање дистрибутивних потрошача и извод за напајање трансформатора 10/0,4 kV сопствене потрошње. Поље бр. 9 је мерно поље. Сваки довод и извод 10 kV има могућност прикључења и на I систем и на II систем сабирница 10 kV. Сви прекидачи 10 kV су постављени на колицима, која се могу по потреби извући изван хелије. Прекидачи су малоуљни, $I_n=630$ А.

Постројење 10 kV је ваздушно (отворено – стари назив) металом оклопљено.

Сопствена потрошња:

Као извор наизменичног напона постоји трансформација са 10 kV на 0,4 kV (хелија бр.12). Трансформатор је снаге 50 kVA, спреге Yzn5.

Главни потрошачи на 0,4 kV, 50 Hz су:

- Осветљење;
- Грејање;
- Исправљач за пуњење акумулаторских батерија 110 V jcc;
- Претварачи напона 110 V jcc у 48 V jcc (DC/DC конвертори).

Максимално једновремено оптерећење укључујући и грејање износи 46,79 kW.

Исправљач за пуњење батерија 110 V jcc има снагу од око 5,5 kW.

Систем заштите од превисоког напона додира је TN-C-S.

Развод једносмерног напона 110 V jcc:

Извор једносмерног напона 110 V jcc је исправљач снаге 5.5 kW у паралелном споју са оловном стационарном акумулаторском батеријом. Напон 110 V jcc се користи за напајање постројења 35 и 10 kV и остале опреме као што је:

- командно – сигнална опрема;
- напајање нужног светла;
- напајање моторних погона прекидача;
- напајање уређаја телемеханике;
- општу сигнализацију.

Електричне заштите:

Електричне заштите су електромеханичке које се напајају са секундарних струјних и напонских мерних трансформатора за заштиту и мерење. Основни скуп електричних заштита у хелијама 35 kV и 10 kV су: прекостројна и земљоспојна док су трансформатори опремљени Бухолц релеом и контактним термометром (термичка заштита). Сопствена потрошња нема посебну релејну заштиту осим својих прекидача.

3. РАЗЛОЗИ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ ТС

ТС је пуштена у рад 1974. године, што значи да је опрема у великој мери потрошила свој животни век. Поред тога, иако је то било предвиђено пројектом, алтернативни извор напајања никада није реализован, тако да је једини извор напајања кабл из РП 35 kV РХЕ. Присутан је и проблем обезбеђења резервних делова, а дошло је и до повећање потрошње дистрибутивних потрошача [1].

Сви горе наведени разлози намећу потребу реконструкције ТС. Основни технички захтеви реконструкције ТС су:

- Замена постојећих енергетских трансформатора новим, снаге 4000 kVA и провера напојног кабла из РХЕ;
- Обезбеђење додатног напајања ТС 35/10 kV из још једног извора напајања, независног од РХЕ „Бајина Башта“;
- Реконструкција РП 35 kV, која подразумева комплетну замену опреме у постојећим хелијама 35 kV и доградњу још једне доводне хелије за алтернативни извор напајања;
- Реконструкција РП 10 kV, која подразумева уградњу потпуно новог РП 10 kV са једноструким сабирницама;

- Реконструкција развода сопствене потрошње ТС која подразумева замену постојећег пираленског трансформатора са новим сувог типа;
- Замена постојећег исправљача и акубаторија, са новом опремом;
- Ново РП 35 kV и 10 kV, нови развод сопствене потрошње ТС и нови исправљачи морају бити опремљени системом микропроцесорске заштите и управљања;
- Пројектом предвидети замену свих каблова 10 kV од ниженапонске стране трансформатора 35/10 kV. Нови каблови треба да су типа ХНЕ – 49А, 10 kV, пресека који треба одредити прорачуном.

4. ПРОРАЧУН СТРУЈЕ КРАТКОГ СПОЈА

У циљу провере опреме на механичко и термичко напрезање у случају кратког споја извршени су одговарајући прорачуни струја кратког споја меродавних за димензионисање електро опреме у ТС која се напаја из РХЕ „Бајина Башта“. Прорачуни су урађени у складу са методологијом из Стандарда SRPS IEC 60909. Као карактеристична места квара, меродавна за избор нове опреме у ТС изабрана су најкритичнија места квара на 35 kV и 10 kV напонском нивоу [2].

Прорачуни струја кратког споја су извршени на следећи начин:

-На основу параметара постојеће опреме (стање пре ревитализације ХЕ „Бајина Башта“) израчуната је компонента струје квара на сабирницама 220 kV у РП Зауглине која потиче из ХЕ/РХЕ „Бајина Башта“, те је на основу ове вредности и података ЕМС-а о вредности укупне струје квара на сабирницама 220 kV у РП Зауглине одређена и компонента струје квара из мреже:

$$I_m = 16,34 \text{ kA} \quad Z_m = (0,85 + j8,51)\Omega$$

-Уз усвојену претпоставку да компонента струје квара из мреже остаје иста и после ревитализације ХЕ, те на основу усвојених параметара опреме ревитализоване ХЕ, одређене су и вредности компонената струја квара из ХЕ/РХЕ „Бајина Башта“, односно добијени су потребни подаци за прорачун струја квара на следећим местима:

-35 kV сабирнице у ХЕ „Бајина Башта“:

- Субтранзијентна струја $I''_{F1} = 4,53 \text{ kA}$;
- Ударна струја $I_{ud} = 12,01 \text{ kA}$;
- Термичка, једносекундна струја $I_{th} = 4,75 \text{ kA}$;

-35 kV сабирнице у ТС „Метаљка“:

- Субтранзијентна струја $I''_{F2} = 3,32 \text{ kA}$;
- Ударна струја $I_{ud} = 6,06 \text{ kA}$;
- Термичка, једносекундна струја $I_{th} = 3,35 \text{ kA}$;

-10 kV сабирнице у ТС „Метаљка“:

- Субтранзијентна струја $I''_{F3} = 3,12 \text{ kA}$;
- Ударна струја $I_{ud} = 6,79 \text{ kA}$;
- Термичка, једносекундна струја $I_{th} = 3,18 \text{ kA}$.

5. НОВО ПОСТРОЈЕЊЕ ТС „МЕТАЉКА“

За развод електричне енергије на напону 35 kV предвиђено је типско металом оклопљено разводно постројење за унутрашњу монтажу са једним системом сабирница подужно секционисаним, састављено од осам ћелија (Слика 1). Сабирнице су од изолованог електролитичког бакра. Разводно постројење 35 kV смештено је заједно са разводним постројењем 10 kV у просторију разводних постројења која се налази у склопу трафостанице [3].

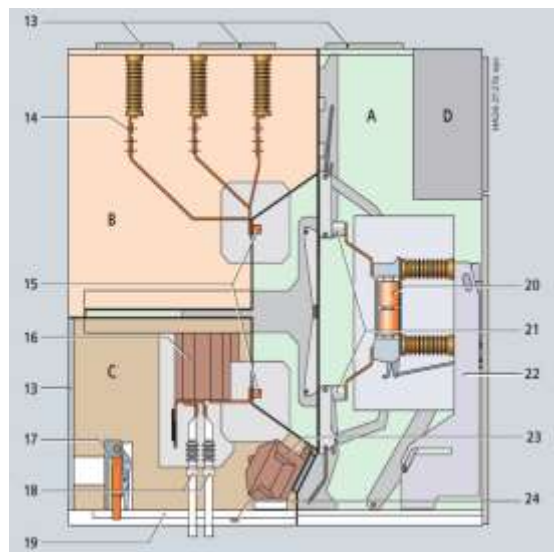
Називни напон сабирница је 36 kV, номинална струја 1250 А, димензије сабирница 80x10. Прекидачи су вакумски, номиналне струје 1250 А [4].

Постројење се састоји од следећих ћелија:

- Н01 - доводна ћелија из разводног постројења 35 kV РХЕ „Бајина Башта“;
- Н02 - ћелија трансформатора - ТМ1 35/10,5 kV, 4 MVA;
- Н03 - изводна ћелија за трансформаторску станицу 35/10 kV „Ђурићи“;
- Н04 - резервна ћелија;
- Н05 - спојна ћелија;
- Н06 - додатак спојне;
- Н07 - ћелија трансформатора – ТМ2 35/10,5 kV, 4 MVA;
- Н08- доводна ћелија из дистрибутивне мреже 35 kV „Бајина Башта“.

Предвиђена су два трофазна двонамотајна уљна трансформатора преносног односа $(35 \pm 2,5\%) / 10 \text{ kV}$, снаге 4000 kVA сваки. Трансформатори су предвиђени за спољашњу монтажу и смештени су у близини зграде ТС.

На напонском нивоу 35 kV, веза трансформатора са постројењем 35 kV преко 35 kV кабла, типа ХНЕ 49 $3 \times (1 \times 70 \text{ mm}^2)$. На нижем напону веза трансформатора са разводним постројењем 10 kV остварена је кабловима ХНЕ 49 $3 \times (1 \times 70 \text{ mm}^2)$.

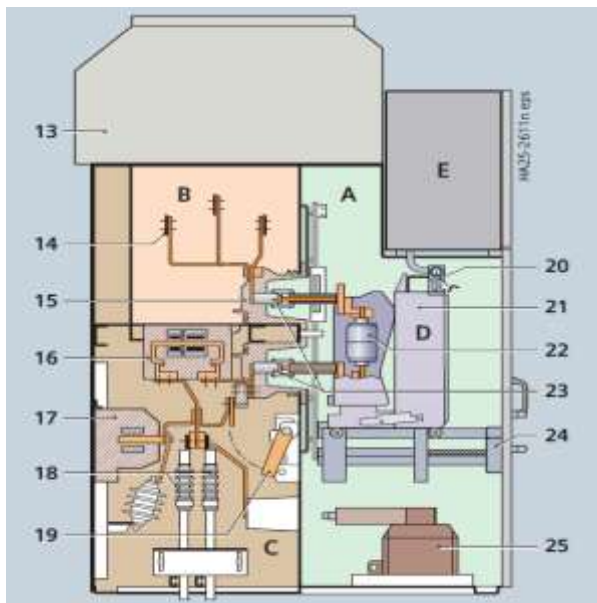


Слика 1. Попречни пресек ћелије 35 kV [4]

За развод електричне енергије на напону 10 kV предвиђено је типско металом оклопљено разводно постројење за унутрашњу монтажу са једним системом сабирница подужно секционисаним, састављено од седамнаест ћелија (Слика 2).

Врши се измена једнополне шеме разводног постројења 10 kV у смислу да се раздвоје потрошачи РХЕ „Бајина Башта“ и дистрибутивне мреже, да би се напајали свако са својег трансформатора, односно секције, са могућношћу спајања преко спојног поља.

Називни напон сабирница је 12 kV, номинална струја 1250 А, димензије сабирница 80x10. Прекидачи су вакумски, номиналне струје 800 А [5].



Слика 2. Попречни пресек ћелије 10 kV [5]

За напајање електричном енергијом нисконапонских потрошача предвиђен је један двомотајни трофазни суви трансформатор преносног односа $(10 \pm 2 \times 2,5 \%) / 0,4 \text{ kV}$, снаге 100 kVA. Трансформатор је предвиђен за унутрашњу монтажу у ћелији =K01 извода за трансформатор ТМЗ 10/0,4 kV сопствене потрошње ТС.

Хлађење трансформатора остварује се природном циркулацијом ваздуха.

Веза трансформатора са постројењем 10 kV остварена је једножилним каблом пресека 50 mm^2 , а са постројењем 0,4 kV остварена је петожилним каблом РР00 1 kV $5 \times 4 \text{ mm}^2$.

6. ЗАКЉУЧАК

Како је ТС пуштена у рад 1974. године, њена опрема је у великој мери потрошила свој животни век. Поред тог проблема, присутан је и проблем обезбеђења резервних делова, као што је дошло и до повећање потрошње дистрибутивних потрошача на Митровцу. Комплетна замена опреме је урађена у складу са прорачунима из поменутог стандарда. Детаљан прорачун је приказан у мастер раду.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Техничка документација *ХЕББ*.
- [2]<https://support.industry.siemens.com/cs/product/3ah5322-2.....-.../vacuum-cb-36kv-pcd-275mm-16ka-1250a?pid=78604&mlfb=3AH5322-2...-&mf=ps&lc=en-DK> (приступљено у септембру 2018.)
- [3]<https://support.industry.siemens.com/cs/products/3ae5554-1.....-.../sion-3ae5-12kv-25ka-800a?pid=511733&mlfb=3AE5554-1.....-&mf=ps&lc=en-SV> (приступљено у септембру 2018.)
- [4]https://w3.siemens.com/powerdistribution/global/SiteCollectionDocuments/en/mv/switchgear/air-insulated/8bt2/catalogue-8bt2_en.pdf (приступљено у септембру 2018.)
- [5]https://w3.siemens.com/powerdistribution/global/SiteCollectionDocuments/en/mv/switchgear/air-insulated/nxair/catalogue-nxair-family_en.pdf (приступљено у септембру 2018.)

Кратка биографија



Лазар Симић рођен је у Бајиној Башти 1990. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства – Електроенергетика – Енергетска електроника и електричне машине одбранио је 2018. год.