



МОДЕРНИЗАЦИЯ НА КОМУТАЦИОННА АПАРАТУРА В ПОДСТАНЦИЯ 110/10 KV

Гюлек Неджиб, Васил Димитров
vdimitroff@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
1574 София, ул. „Гео Милев“ № 158
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** разпределителна мрежа СН, елегазови прекъсвачи, вакуумни прекъсвачи, разединители*

***Резюме:** Целта на доклада е след обследване на натовареността на съществуващата разпределителна мрежа Средно напрежение в региона на подстанция „Бояна“ 110/10 kV да се предложи алтернативен вариант за реконструкция и модернизация, включваща подмяна на комутационната апаратура. Избрани са нови прекъсвачи и разединители с подобрени експлоатационни характеристики, с което се повишава сигурността на електроснабдяването и експлоатационната надеждност на електроразпределителната мрежа. Предложената методика може да се използва при проектиране и модернизация на подстанции. В доклада се предлага подмяна на следната комутационна апаратура:*

Прекъсвачи за ОРУ 110 kV - монтаж на нови елегазови прекъсвачи тип LTB 123D1 123/2500/31,5 kA. Това са едни от най-съвременните типове прекъсвачи, особено за мрежи високо напрежение. Те притежават висока изключваща способност, по-малки габаритни размери и тегло при едни и същи параметри, дълъг експлоатационен срок. Прекъсвачи за ЗРУ 10 kV - монтаж на съвременни вакуумни прекъсвачи тип - VD-4 12/1250/20 kA. При конструирането им е използвана разделната полюсна техника - във всеки полюс е вграден вакуумен прекъсвач. Този метод на изграждане, благодарение на специален производствен процес, повишава значително здравината на полюсите и предпазва прекъсвача от удари, прах и кондензация. Разединители - монтаж на нови разединители съответно тип NSA - 123/1600 (за ОРУ 110 kV), NRB 12/630 (за линейни присъединения) и NRB 12/1250 (за трансформаторни присъединения).

ВЪВЕДЕНИЕ

Подстанция „Бояна“ е пусната в редовна експлоатация през 1973 г. с нива на напрежение 110/10 kV. Предназначението ѝ е да снабдява с електрическа енергия предимно битови товари в комплекс „Бояна“.

Откритата разпределителна уредба (ОРУ) 110 kV е изпълнена в класическа конструктивна форма с маломаслен силов прекъсвач тип ММО – 110 1600/31,5 с гъвкави шини, в една хоризонтална равнина. Захранването на подстанцията се извършва през две въздушни електрически линии с диспечерски наименования „Резиденция“ и „Боерица“. В подстанцията са монтирани два силови трифазни двунамотъчни трансформатори тип ТМР 10 000 с регулиране на напрежението под

товар посредством Янсенови регулатори. Техническите данни на трансформаторите са систематизирани в Табл.1.

Таблица 1 Основни технически параметри на силови трансформатори в ПС „Бояна“

№	Тип	S _H , kVA	U ^I / U ^{II} , kV	i ₀ , %	u _k , %	ΔP ₀ , kW	ΔP _k , kW
Тр1	ТМР-10000	10 000	110±12×1,25% / 10,5	3,1	10,37	18	82
Тр2	Y ₀ /d-11				10,30		

Токът на късо съединение в т. К1 - 110 kV е $I'' = 16,338$ kA.

Мощността на късо съединение в т.К1 на шини 110 kV е:

$$(1) S_{K1} = \sqrt{3} \cdot U^I_{ср} \cdot I'' = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 16338 = 3254.29 \text{ MVA}$$

Мощност на късо съединение на шини 110 kV при разделна работа на Тр1 и Тр2:

$$(2) S_{кТр1} = \frac{S_H}{u_k \%} \cdot 100 = \frac{10}{10,37} \cdot 100 = 96,43 \text{ MVA}$$

$$(2) S_{кТр2} = \frac{S_H}{u_k \%} \cdot 100 = \frac{10}{10,3} \cdot 100 = 97,08 \text{ MVA}$$

Мощността и токът на късо съединение в т. К2 на шини 10 kV в този случай са:

$$(3) S_{K2} = \frac{S_{K1} \cdot S_{кТр2}}{S_{K1} + S_{кТр2}} = \frac{3254,29 \cdot 97,08}{3254,29 + 97,08} = 94,26 \text{ MVA}$$

$$(3) I_{K2} = \frac{S_{K2}}{\sqrt{3} \cdot U^{II}} = \frac{94,26}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,18 \text{ kA}$$

Еквивалентната пределна мощност при паралелна работа на Тр1 и Тр2 е:

$$(4) S_{кТр} = S_{кТр1} + S_{кТр2} = 96,43 + 97,08 = 193,51 \text{ MVA}$$

Мощността и токът на късо съединение в т. К2 на шини 10 kV в този случай са:

$$(5) S_{K2} = \frac{S_{K1} \cdot S_{кТ}}{S_{K1} + S_{кТ}} = \frac{3254,29 \cdot 193,51}{3254,29 + 193,51} = 182,64 \text{ MVA}$$

$$(5) I_{K2} = \frac{S_{K2}}{\sqrt{3} \cdot U^{II}} = \frac{182,64}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 10,04 \text{ kA}$$

Закритата разпределителна уредба (ЗРУ) 10 kV е изпълнена по схема с еднократно свързване на присъединенията към двойна шинна система от килиен конструктивен вид с твърди шини, двуетажна и с двуредова компоновка. Шинна система „А” е секционирана в четна и нечетна секция, а шинна система „Б” е обиколна. Поле „Секциониране” е изпълнено с един силов прекъсвач и 4 шинни разединители. Фазите на шинната система са разположени в една хоризонтална равнина в горната част на килиите. С цел ограничаване на токовете на късо съединение (т.к.с.) в разпределителна мрежа 10 kV по нормална схема двата силови трансформатора работят разделно в енергийния обект. Поставят се в режим на паралелна работа само при извършване на оперативни превключвания, с цел непрекъснато снабдяване на консуматорите с електрическа енергия.

В ЗРУ 10 kV в компоновките на различните линейни присъединения са монтирани разединители тип РМм и тип РМ и прекъсвачи маломаслени тип SCI – 1.

В периода 2001-2018 г. се констатира увеличаване на строителството на нови жилищни комплекси в района, захранван от ПС „Бояна”. С цел обезпечаване на нормалното захранване и покриване на енергийния дефицит към настоящия момент се налага да се направят подходящи технически нововъведения в подстанцията [1, 2, 3]. В настоящия доклад се предлага модернизация на съществуващата комутационна апаратура без промяна на номиналната мощност на двата силови трансформатора.

СЪЩЕСТВУВАЩИ КОМУТАЦИОННИ АПАРАТИ

Маслените прекъсвачи тип ММО 110 110/1600/31,5 за ОРУ 110 kV са с изчерпан комутационен ресурс, водещ до влошаване на експлоатационните характеристики и износване, а същевременно липсват резервни части за моторното им задвижване.

Маслените прекъсвачи тип SCI-1 10/1250/30 за ЗРУ 10 kV изискват честа смяна на маслото и също са с изчерпан комутационен ресурс.

Разединителите РМММ 110/1250 за ОРУ 110 kV, както и РММ 10/400 (за линейни присъединения) и РММ 10/1000 (за трансформаторни присъединения) за ЗРУ 10 kV, са с продължителен срок на употреба (над 40 г.). Преминали са границите на механическа износоустойчивост по отношение брой комутационни цикли.

Шинната система е преоразмерена, както и връзките между съоръженията. Въпреки повишената консумация в района, тя е с напълно подходящи размери.

Номиналните работни токове се определят, като се вземе под внимание нормативен коефициент на възможното претоварване K_{np} . За използваните силови трансформатори се допуска дълготрайно претоварване с около 30% - $K_{np} = 1,3$.

Следователно на страна 110 kV номиналните работни токове са:

$$(6) \quad I_{раб.н} = \frac{K_{np} \cdot S_{нТр}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1,3 \cdot 10}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,0683 \text{ кА}$$

Номиналните работни токове на страна 10 kV се определят за всеки извод на вторичната страна, като също се използва израз (6), но се приема $K_{np} = 1$. Данните са систематизирани в табл. 2 (изводи 3, 5, 19 – Мерене; изводи 9 и 11 – секционирание; извод 15 – резерва; изводи 7 и 17 – Трансформатори С.Н.).

Таблица 2 Основни технически параметри на страна 10 kV

№	Наименование на извода	Сизч., MVA	Ун. kV	Вид на извода	$I_{раб.н}$, kA	$t_{р.з.}$, s
1	Трансформатор 1	3,50	10	К	0,260	2
2	Балкан	0,25	10	К	0,014	1
4	Здравец	0,35	10	К	0,020	1
6	Спартак	0,20	10	К	0,011	1
8	Беловодски път	1,50	10	К	0,086	1
10	Маринковица	1,50	10	К	0,086	1
12	Роза	1,20	10	К	0,069	1
13	Трансформатор 2	7	10	К	0,510	2
14	Министерски вили	1,50	10	К	0,086	1
16	Чавдар	0,45	10	К	0,025	1
18	Хамлет	0,2	10	К	0,011	1
20	Пушкин	1,80	10	К	0,104	1

ИЗБОР НА НОВИ ПРЕКЪСВАЧИ

Изборът на прекъсвачи се извършва по следните условия [8]:

Условие за ниво на електрическа изолация	$U_n \geq U_{раб.н}$
Условие за допустимо нагряване	$I_n \geq I_{изч.}$
Условие за изключвателна способност	$I_{изкл.н.} \geq I_{нт}$
Изключвателна способност	$\sqrt{2} \cdot I_{изкл.н} (1 + \beta_n) \geq \sqrt{2} \cdot I_{нт} + i_{ат}$
Условие за електродинамична устойчивост	$i_{max} > i_y$
Условие за термична устойчивост	$I_{Т.н}^2 \cdot t_{Т.н} \geq B_k$

Прекъсвачи за трансформаторно присъединение – страна 110 kV

Избрани са елегазови прекъсвачи за открит монтаж тип: **LTB123D1** ABB с малки активни загуби, с автокомпресионна дъгогасителна камера (Auto-PufferTM) и с намалена степен на изтичане на газ SF₆ чрез използването на специални уплътнителни

системи [4]. Разбира се, те не са в състояние да се конкурират с маслените прекъсвачи по отношение на цената, но значително ги превъзхождат по надеждност. Това са едни от най-съвременните типове прекъсвачи, особено за мрежи средно и високо напрежение. Те притежават висока изключваща способност, по-малки габаритни размери и тегло при едни и същи параметри, дълъг експлоатационен срок, повишен комутационен ресурс, безшумна работа, сигурност на действията в широк температурен диапазон – работят нормално в граници от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, съобразени са с екологични норми [8, 9, 10, 11].

Номинални данни на **LTB123D1** са следните [4]:

-номинално напрежение	$U_n = 123 \text{ kV}$	$U_{\text{раб.н}} = 110 \text{ kV}$
-номинален ток	$I_n = 2500 \text{ A}$	$I_{\text{раб.н}} = 0,157 \text{ kA}$
-номинален ток на изключване	$I_{\text{изкл.н}} = 31,5 \text{ kA}$	
-номинална относителна апериодична съставка	$\beta = 25 \%$	
-ток на термична устойчивост за време $t_{\text{T.н}}=3 \text{ s}$	$I_{\text{T.н}} = 31,5 \text{ kA}$	
-максимална моментна стойност на тока, при която е осигурена електродинамичната устойчивост на апаратурата	$i_{\text{max}} = 85 \text{ kA}$	
-пълно време на включване	$t_n = 0,04 \text{ s}$	
-ток на късо съединение (т.к.с.)	$I_n'' = 16,338 \text{ kA}$	$K_{\text{пр}} = 1$
-време на релейната защита	$t_{\text{р.з.}} = 1,5 \text{ s}$	

Изчислителният ток е равен на номиналния работен ток ($K_{\text{пр}} = 1$):

$$(6a) \quad I_{\text{изч.}} = I_{\text{раб.н}} = 0,157 \text{ kA} \ll I_n = 2,5 \text{ kA.}$$

Периодичната съставка на тока на късо съединение е равна на т.к.с. I_n'' :

$$I_{\text{нт}} = 16,338 \text{ kA}$$

Номиналната апериодична съставка е $\beta_n = 0,25$

Проверка по изключвателна способност:

$$(7) \quad \sqrt{2} \cdot I_{\text{изкл.н}} \cdot (1 + \beta_n) = \sqrt{2} \cdot 31,5 \cdot (1 + 0,25) = 55,685 \text{ kA}$$

Времеконстантата T_a на апериодичната съставка е:

$$(8) \quad T_a = \frac{L}{R} = \frac{X}{\omega \cdot R} = \frac{32}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,1 \text{ s}$$

Следователно апериодичната съставка $i_{\text{ат}}$ на тока на късо съединение е:

$$(9) \quad i_{\text{ат}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{нт}} \cdot e^{-\frac{t_n}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 16,338 \cdot e^{-\frac{0,04}{0,1}} = 11,64 \text{ kA}$$

Пълният изключван ток изпълнява условието за изключвателна способност:

$$(10) \quad \sqrt{2} \cdot I_{\text{нт}} + i_{\text{ат}} = \sqrt{2} \cdot 16,338 + 11,64 = 34,74 \text{ kA} < \sqrt{2} \cdot I_{\text{изкл.н}} \cdot (1 + \beta_n) = 55,685 \text{ kA}$$

Проверка по електродинамична устойчивост

Изчисляват се ударният коефициент и ударният ток i_y (за времето на горене на дъгата – приема се $t_{\text{дъга}} = 0,01 \text{ s}$):

$$(11) \quad K_y = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}} = 1 + e^{-\frac{0,01}{0,1}} = 1,9$$

$$(12) \quad i_y = \sqrt{2} \cdot I_n'' \cdot K_y = \sqrt{2} \cdot 16,338 \cdot 1,9 = 43,90 \text{ kA}$$

Условието за електродинамична устойчивост е изпълнено:

$$i_{\text{max}} = 85 \text{ kA} > i_y = 43,90 \text{ kA}$$

Проверка по термична устойчивост

$$(13) \quad I_{\text{T.н}}^2 \cdot t_{\text{T.н}} = 31,5^2 \cdot 3 = 2977 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

Топлинният импулс B_K зависи от стойността на тока през апаратурата (тока на к.с. I_n'') и времето за протичането му (времето на изключване $t_{\text{изкл}}$):

$$(14) \quad t_{\text{изкл}} = t_n + t_{\text{р.з.}} = 0,04 + 1,5 = 1,54 \text{ s}$$

$$(15) \quad B_K = I_n''^2 \cdot (t_{\text{изкл}} + T_a) = 16,338^2 \cdot (1,54 + 0,1) = 437,7 \text{ kA}^2 \cdot \text{s} \ll 2977 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

Следователно условието за термична устойчивост е изпълнено, както и всички останали изисквания. Прекъсвачите са избрани правилно.

Прекъсвачи за трансформаторно присъединение – страна 10 kV

Избрани са вакуумни прекъсвачи тип: **VD4-12/1250** ABB Calor Emag, специално предназначени за средно напрежение. Специалната форма на контактите, използваният материал, както и ограничената продължителност и ниското напрежение на дъгата гарантират минимално износване на контактите и дълъг живот [5–8]. Освен това вакуумът предотвратява контактното окисление и замърсяване [10, 12, 13]. Тук също повишената надеждност се поставя на преден план в сравнение с финансовата страна при избора на апаратура. Техническите данни на **VD4-12/1250** са следните [5, 6]:

номинално напрежение	$U_H = 12 \text{ kV}$	$U_{\text{раб.н}} = 10 \text{ kV}$
номинален ток	$I_H = 1250 \text{ A}$	$I_{\text{раб.н}} = 0,51 \text{ kA}$
$I_{\text{изкл.н}} = 20 \text{ kA}$	$I_H'' = 10,04 \text{ kA}$	$i_{\text{max}} = 50 \text{ kA}$
$I_{\text{T.н}} = 20 \text{ kA}$	$\beta = 40 \%$	$K_{\text{пр}} = 1$
$t_{\text{T.н}} = 3 \text{ s}$	$t_{\text{р.з.}} = 2,0 \text{ s}$	$t_{\text{п}} = 0,06 \text{ s}$

Проверките за изпълнение на изискуемите условия се извършва в същата последователност – по изрази (7) – (15):

$$(6a) \quad I_{\text{изч.}} = I_{\text{раб.н}} = 0,51 \text{ kA} (K_{\text{пр}} = 1) \quad \Rightarrow \quad I_H = 1,25 \text{ kA} \gg I_{\text{изч.}} = 0,51 \text{ kA};$$

$$I_{\text{нт}} = 10,04 \text{ kA}; \beta_H = 0,4$$

Проверка по изключвателна способност:

$$(16) \quad \sqrt{2} \cdot I_{\text{изкл.н}} \cdot (1 + \beta_H) = \sqrt{2} \cdot 20 \cdot (1 + 0,4) = 39,6 \text{ kA}$$

$$(17) \quad T_a = \frac{L}{R} = \frac{X}{\omega \cdot R} = \frac{16}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,05 \text{ s}$$

$$(18) \quad i_{a,t} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{н.т.}} \cdot e^{-\frac{t_{\text{п}}}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 10,04 \cdot e^{-\frac{0,06}{0,05}} = 4,68 \text{ kA}$$

Пълният изключван ток изпълнява условието за изключвателна способност:

$$(19) \quad \sqrt{2} \cdot I_{\text{н.т.}} + i_{a,t} = \sqrt{2} \cdot 10,04 + 4,68 = 18,87 \text{ kA} < \sqrt{2} \cdot I_{\text{изкл.н}} \cdot (1 + \beta_H) = 39,6 \text{ kA}$$

Проверка по електродинамична устойчивост

$$(20) \quad K_y = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}} = 1 + e^{-\frac{0,01}{0,05}} = 1,8$$

$$(21) \quad i_y = \sqrt{2} \cdot I_H'' \cdot K_y = \sqrt{2} \cdot 10,04 \cdot 1,8 = 25,558 \text{ kA}$$

Условието за електродинамична устойчивост е изпълнено:

$$i_{\text{max}} = 50 \text{ kA} > i_y = 25,558 \text{ kA}$$

Проверка по термична устойчивост

$$(22) \quad I_{\text{T.н}}^2 \cdot t_{\text{T.н}} = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

$$(23) \quad t_{\text{изкл}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р.з.}} = 0,06 + 2 = 2,06 \text{ s}$$

$$(24) \quad W_K = I_H''^2 \cdot (t_{\text{изкл}} + T_a) = 10,04^2 \cdot (2,06 + 0,05) = 212,7 \text{ kA}^2 \cdot \text{s} \ll 1200 \text{ kA}^2 \cdot \text{s}$$

Следователно условието за термична устойчивост е изпълнено, както и всички останали изисквания. Прекъсвачите са избрани правилно.

За линейно присъединение и за секционна верига – страна 10 kV са избрани същите вакуумни прекъсвачи **VD4-12/1250**. Като се има предвид, че работният ток е по-малък ($I_{\text{раб.н}} = 0,104 \text{ kA}$), както и времето за релейната защита ($t_{\text{р.з.}} = 1,0 \text{ s}$), те изпълняват всички изисквания и са избрани правилно.

ИЗБОР НА НОВИ РАЗЕДИНИТЕЛИ

Изборът на разединители се извършва по следните условия:

Условие за ниво на електрическа изолация	$U_n \geq U_{\text{раб.н}}$
Условие за допустимо нагряване	$I_n \geq I_{\text{изч.}}$
Условие за електродинамична устойчивост	$i_{\text{max}} > i_y$
Условие за термична устойчивост	$I_{\text{T.н}}^2 \cdot t_{\text{T.н}} \geq B_k$

Тъй като разединителите работят съвместно с прекъсвачите, номиналните и изчислителните величини могат да се приемат същите. Избрани са следните разединители на АВВ Авангард – Севлиево:

Разединители за трансформаторно присъединение - 110 kV: NSA 123/1600

Разединители на страна 10 kV: за трансформаторно присъединение: NRB 12/1250.

за шиносъединителна верига и за линейно присъединение - 10 kV: NRB 12/630.

Номиналните им данни са систематизирани в Табл. 3. Проверките по електродинамична и термична устойчивост се извършват по формули (11) – (15) за NSA 123/1600, съответно по (20) – (24) за NRB 12/1250. Те изпълняват всички изисквания и са избрани правилно.

Таблица 3 Основни технически параметри на разединители

Разединител тип:	NSA 123/1600	NRB 12/1250	NRB 12/630
$U_n / U_{\text{раб.н}}$	123 kV / 110 kV	12 kV / 10 kV	12 kV / 10 kV
$I_n / I_{\text{раб.н}} = I_{\text{изч.}} (K_{\text{пр}}=1)$	1,6 kA / 0,157 kA	1,25 kA / 0,51 kA	0,63 kA / 0,104 kA
i_{max}	100 kA	85 kA	85 kA
$I_{\text{T.н}}$	31,5 kA	20 kA	20 kA
$t_{\text{п}}$	0,08 s	0,06 s	0,06 s
$I_{\text{н}}$	16,338 kA	10,04 kA	10,04 kA
$t_{\text{р.з}}$	1,5 s	2 s	1 s

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад е разгледана необходимостта от модернизация на комутационна апаратура на ПС „Бояна“. Избрани са нови прекъсвачи и разединители с подобрени експлоатационни характеристики, с което се повишава сигурността на електроснабдяването, както и техническата безопасност и експлоатационната надеждност на електроразпределителната мрежа.

Предложената методика може да се използва при проектиране и модернизация на всякакъв вид подстанции. Трябва да се отбележи, че първостепенен критерий трябва да бъде надеждност на апаратурата и сигурност на електроснабдяването, а второстепенен – цената на използваното оборудване.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Cherneva G., E. Dimitrova. Application of Intelligent Methods in Control of Crisis Situations in Energetics. Int. Sc. Conf. “CSSSE”, 2012. Zilina, Slovakia, Proceedings, 211-216
- [2] Чернева Г., Е. Димитрова. Оперативно управление на електроенергийната система в аварийни ситуации, Н. Сп. „Механика, Транспорт, Комуникации“, т. 10, бр. 3/3, 2012
- [3] Димитрова Е., Управление и контрол на пространствено разсредоточени обекти в транспорта и енергетиката, *Монография*, Годишник на ВТУ, София, бр. 7, 2016
- [4] SF6 Circuit Breakers, Technical specification, ABB, 2014
- [5] VD4 Medium voltage vacuum circuit breakers, Technical specification, ABB, 2019
- [6] VD4 - Installation and maintenance instructions, ABB Calor Emag, 2019
- [7] Бакалов З., И. Миленов и кол., Изследване на механичните показатели на клеми за контактна система, X н. конф. "Смолян - 2008". Сборник доклади, с. 136-146, 2008

- [8] Избор и съгласуване на автоматични прекъсвачи, сп. Инженеринг ревю – 8/9, 2012
- [9] Елегазови прекъсвачи, сп. Инженеринг ревю – бр. 1, 2011
- [10] Съвременни прекъсвачи средно напрежение, сп. Енергия, год. III, бр. 7, 2011
- [11] Ivanov I., E. Dimitrova, Analysis of the types of european legal entities in benefit of environmental and rational innovative investment process for international energy, transport and infrastructure projects' development and their practical implementation, International Scientific Journal "Industry 4.0", 1/2018, pp. 50-53
- [12] Чернева Г., Г. Павлов, Л. Секулов, Яв. Исаев, Т. Лалев. Изследване и анализ на преходни процеси при дъгогасене в различни дъгогасителни среди, Годишник на ТУ – София, т. 63, кн. 5, 2013
- [13] Секулов Л., Г. Павлов, Г. Чернева, Я. Исаев, Възможности за изследване на дъгогасителни процеси в автоматични прекъсвачи при лабораторни условия, н. сп. „Механика, Транспорт, Комуникации“, т. 11, бр. 3, 2013

MODERNIZATION OF SWITCHING APPARATUS IN A SUBSTATION 110/10 kV

Gulek Nedjib, Vasil Dimitrov
vdimitroff@abv.bg

***Todor Kableshkov University of Transport – Sofia
158 Geo Milev Str., Sofia 1574,
BULGARIA***

Key words: MV distribution network, SF6 and vacuum circuit breakers, disconnectors

Abstract: The aim of the paper is to investigate the workload of the existing distribution network in the region of substation "Boyana" 110/10 kV and to propose an alternative variant for reconstruction and modernization, including replacement of the switching equipment. New circuit breakers and disconnectors with improved performance have been selected that increases the security of electricity supply and the operational reliability of the network. The proposed methodology can be used in the design and modernization of substations. The following replacements are proposed: Circuit breakers in the outdoor distribution system 110 kV - installation of new SF6 circuit breakers LTB 123D1 123/2500/31,5 kA. These are some of the most contemporary types of circuit breakers, especially for HV networks. They have a high shut-off capability, smaller overall dimensions and weight with the same parameters, long service life. Circuit breakers in the indoor distribution system 10 kV - installation of contemporary vacuum circuit breakers VD-4 12/1250/20 kA. They are constructed using the separate pole technique. A vacuum interrupter is embedded in each pole. This construction method, thanks to a special production process, makes the poles particularly sturdy and protects the interrupter from shocks, dust and condensation. Installation of new disconnectors NSA 123/1600 (in the outdoor distribution system 110 kV), NRB 12/630 (for line connections) and NRB 12/1250 (for transformers connections).