

ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ НА РЕТРОФИТ В ПРОМИШЛЕНИТЕ ПОДСТАНЦИИ СН

Стефан Чобанов

CMC-C ЕООД, 2070 Пирдоп; e-mail: cmcc.office@gmail.com

РЕЗЮМЕ: Синтезиран е дългогодишен опит в създаване на технологии и организация на работа при модернизация чрез ретрофит на подстанции СрН в промишлените предприятия. Минимизирани са разходите за материали и труд и забележимо е съкратено времето за изпълнение. Електроинженеринговата фирма СМС-С е сред първите в България, осъществяваща повече от 15 години модернизиране на подстанции чрез ретрофит на КРУ. Във всички етапи – проектиране, изпълнение и изпитване се прилагат съвременни технологии, техника и организация. Постигната е висока ефективност с минимални срокове за изпълнение. Модернизацията на КРУ чрез ретрофит практически се доказва като оптимален подход в условията на ограничени инвестиционни възможности.

TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF MODERNIZATION MV INDUSTRIAL SUBSTATIONS

Stefan Chobanov

CMC-C Ltd., 2070 Pirdop, e-mail: cmcc.office@gmail.com

ABSTRACT: A long experience has synthesized in creating technology and work organization in modernization through retrofit of MV substations in industrial companies. The cost of materials and labor was minimized and the execution time was noticeably shorter. The electroengineering company CMC-C is among the first in Bulgaria, carrying more than 15 years at modernization of substations switchgear retrofit. In all stages - design, execution and testing, the company applies modern technologies, engineering and organization. Achieved high efficiency with minimum terms of performance. Modernization of the switchgear through retrofit proved to be an optimal approach in terms of limited investment opportunities

Обхватност

Ретрофитът може да бъде пълен, при което се заменят всички или почти всички съставни електрически апарати в КРУ – прекъсвач, защита, токови трансформатори, шини, разединяващи контактни съединения. При частичен ретрофит се подменят само отделни апарати, с изчерпан ресурс и/или с ниска надеждност.

Обхватността на ретрофита се определя от инвеститора, мотивиран преди всичко от разполагаемия финансов ресурс.

Организация и управление

Организирането и управлението на екипа, изпълняващ ретрофит, се осъществява при точно спазване на ISO 9001:2008. Изработва се времеви график, който по време на работа перманентно се детайлизира.

Проектиране, конструиране

Проектирането и конструирането е във висока степен автоматизирано, с прилагане на високо технологични лицензирани програмни продукти SolidWorks, E-Plan, Microsoft Project.

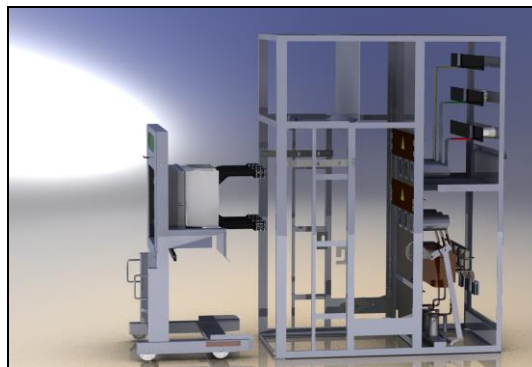
Новата конструкция на подвижната част (количката) на КРУ се адаптира към съществуващата. Проектира се в 3D пространство, което позволява конструкцията виртуално да се наблюдава и анализира във всички посоки. Про-

рамата SolidWorks съдържа анимация, чрез която с висока точност се осъществява и визуализира свързването (присъединяването) на количката.

От общата конструкция се извеждат на печат всички детайли с необходимите за изработване размери.

Фирмата предоставя, идейното решение на конструкцията на фаза offerиране. Така инвеститора получава предварителна, но достатъчно точна представа как ще изглежда КРУ след ретрофита (фиг. 1).

В процеса на проектиране се разработват принципи и монтажни ел. схеми. Избират се и се специфицират съставните апарати.



Фиг. 1 Чертеж 3D за ретрофит на КРУ

Изчислителни проверки

При конфигуриране на конструкцията се детерминират данни за формата, размерите и присъединяването на новите шини. По фирмена методика [3] се правят изчислителни проверки на шините.

- Сечението на шината се проверява (избира) по допустим продължителен ток, лимитиран от номиналният ток на прекъсвача I_n . Допустимият ток $I_{доп}$ е регламентиран в [1]. Условието, което трябва да се спази е:

$$0,9 \cdot I_{доп} > I_n \quad (1)$$

Когато по конструктивни или други съображения се налага да се използва шина с размери, различни от посочените в [1] се определя плътността на тока за най-близкото сечение S_T , съобразено и с размерите на стандартната шина:

$$j_T = \frac{I_{доп.T}}{S_T} \quad (2)$$

Допустимият ток, за нестандартната по размери и сечение S шина е:

$$I_{доп} = j_T \cdot S \quad (3)$$

- Проверката за термична устойчивост на шината в режим на късо съединение се съобразява с, максималните допустими температури при к.с.: за медни шини – 300°C и за алуминиеви шини - 200°C, при възприета гранична начална температура (преди к.с.) - 70°C [1].

Известните в литературата формули са адаптирани за условията на промишлените ел.уредби СН, като с достатъчна точност се изчисляват минималните допустими сечения S_{min} :

за алуминий

$$S_{min} = 12 \cdot I_{\infty}^{(3)} \cdot \sqrt{t_{\phi}} \quad (4)$$

за мед

$$S_{min} = 6 \cdot I_{\infty}^{(3)} \cdot \sqrt{t_{\phi}} \quad (5)$$

където: $I_{\infty}^{(3)}$ е установения ток при трифазно к.с., на шинната система, кА

t_{ϕ} - фиктивното време на к.с. определено по [3], зависи от съотношението между свръхпреходния ток на к.с. - $I_{кск}''$ и установения ток $I_{\infty}^{(3)}$ и от времето за прекъсване на т.к.с. от защитата и прекъсвача t .

- Електродинамичната устойчивост на шинните конструкции в КРУ се оценява под въздействието на амплитудната стойност на ударния ток при к.с. [3]

$$i_y^{(3)} = 2,56 \cdot I_{кск}'' + 6,5 \sum I_{n \cdot доп}, A \quad (6)$$

където: $I_{кск}''$ е свръхпреходния ток на к.с. в шините, А

$\sum I_{n \cdot доп}$ - сумата от токове на двигателите СН с единична мощност над 1MW, присъединени в близост до шините, А Напречните деформации на шините са функция от електродинамичната сила на линеен метър f . За трифазна система:

$$f = 1,73 \frac{i_y^{(3)^2}}{a} \cdot 10^{-7} \cdot K_{\phi}, N/m \quad (7)$$

където: a е междусеовото разстояние между две съседни шини в трифазната система, m;

K_{ϕ} - коефициент на формата, отчитащ съотношението между размерите на сечението на шината и от тяхното взаимно разположение [3].

Дължината (разстоянието) на надлъжната фиксация L се ограничава от изчислената максимална стойност L_{max}

За медни шини:

$$L < L_{доп} = 15,7 \sqrt{\frac{b^2 h}{f}} \quad (8)$$

За алуминиеви шини:

$$L < L_{доп} = 11,1 \sqrt{\frac{b^2 h}{f}} \quad (9)$$

където: b и h са съответно ширината и височината (дебелината) на шината.

Надлъжната деформация възниква в огънатите участъци на шините под действието на електродинамичните сили и моменти, създадени от ударния ток при к.с.. В [4] се препоръчват зависимости, чрез които с достатъчна точност може да се определят:

Електродинамичната сила

$$F = 10^{-7} \cdot i_y^2 \cdot K_{\phi} \quad (10)$$

И моментът, спрямо огъвката

$$M = 10^{-7} \cdot i_y^2 \cdot m_{\phi} \quad (11)$$

където: K_{ϕ} и m_{ϕ} са коефициенти, зависещи от формата на огънатите шини [3] [4].

Механичното напрежение в огънатата шина е [3].

$$\sigma = \frac{5,7 \cdot M}{b \cdot h^2} < \sigma_{доп} \quad (12)$$

Доставки

Доставките се организират своевременно, по спецификациите в разработените схеми и конструкции. Производителите са избрани съобразено с предпочитанията на инвеститора.

Изработване на елементи и конструкции на количката

СМС-С разполага със съвременни металообработващи машини и заваръчна техника за изработване на необходимите детайли и конструкции.

За разкрояване и отвори в медни и алуминиеви шини се използва съвременна машина с електрохидравлично задвижване, с която се постига висока точност и гладкост на срезове. Така се предполага прецизен монтаж и минимални преходни контактни съпротивления в съединенията (фиг. 2).

В носещата конструкция на количката, всички заварки се изпълняват в газова среда.



Фиг. 2 Машина обработка за шини

Монтаж и наладка на количката на КРУ

Точната техническа документация и прецизно изработените детайли и конструкции позволяват монтажа да се извърши бързо и с високо качество.

Наладка се прави на механичните блокировки и на разединяващите контактни съединения при вкарване и изваждане на количката към стационарната част на КРУ. Съснотта и точността са изключително важни. В монтажния цех се използва специализиран стенд (фиг. 3), чрез който се възпроизвежда присъединяването на количката към стационарната част на български, руски и немски КРУ.

Прецизно изпълнената наладка на стенда позволява лесно и бързо присъединяване на иновирания количка към стационарната част на КРУ в подстанцията. Нашият опит показва, че допълнителна наладка в подстанцията практически не се налага или отнема броени минути.



Фиг.3. – Стенд за наладка на КРУ в монтажния цех

Вторична комутация

Вторичната комутация на КРУ основно се преработва при подмяна на електромеханичните защиты с микропроцесорни и по-рядко при смяната на типа на микропроцесорната защита.

Микропроцесорната защита се монтира на лицевия панел на релейния отсек. В релейния отсек остават само допълнително необходими елементи: захранвания, контактори, измерители, клеморед, осветление.

Всички елементи и връзките между тях се изпълняват върху плоча или конструкция, която се монтира директно в релейния отсек (фиг. 4). Тази технология съкращава рязко времето за монтаж, облекчава труда и създава условия за качествено изпълнение.

След извършване на монтажа се прави функционална проверка за работоспособност.



Фиг. 4 Конструкция на релейен отсек с вторична комутация

Изпитвания в монтажния цех

След ретрофита на количката и изработване на плочата с вторичната комутация, преди транспортирането им в подстанцията, в монтажния цех се провеждат необходимите измервания и изпитвания (фиг.5) по фирмена процедура [5], съответстваща на БДС, EN и IEC, и отразяваща изискванията в [1] и [2] (таблица 1).



Фиг. 5 Изпитване на количка

Таблица 1

№	Наименование и зона на изпитването	Изм.уред, параметър		Минимални стойност по [1],[2],[5],[6]	Забележка
1	Измерване съпротивлението на изолацията на:	Мегаометър 2500V		>10MΩ	Да съответства на данните посочени от производителя
	А) първична верига				
	Б) вторична верига	Мегаометър 1000V		≥ 1 MΩ	
	- шини DC при разединени вериги	Мегаометър 1000V		≥ 1MΩ	
2	- всяко присъединяване на вторичната верига за захранване на прекъсвача и други апарати ВН	Мегаометър 250V		≥0,5 MΩ	За трите фази едновременно
	- вторична верига захранвана с напрежение до 60V				
	Изпитване с повишено напрежение с промишлена честота	Органична изолация, kV	Керамична изолация, kV	Продължителност:	
	- първична верига *КРУ 6kV, kV	28,8	32	керамична изолация: 1min;	
	*КРУ 10kV	37,8	42	Органична изолация: 5min	
3	- вторични вериги	1 kV		1 min	Всяко присъединяване към и между несвързани ел. вериги
	Измерване натиска на разединяващите контакти на първичната верига	Измерване на сила (динамометър) с обхват 0-200N		Регламент на производителя или [5]	На стенда в ремонтния цех и в подстанцията
4	Измерване затягането на болтовите съединения в главната верига	Динамометричен ключ с обхват 20-200Nm		Регламент на производителя и [5]	
5	Проверка на търкалящите се части и блокировки	Проверяват се: -механични блокировки -съвпадане на осите на подвижните и неподвижните разединяващи контакти		5 – вкарвания и изкарвания на количката на КРУ	На стенда в монтажния цех и в подстанцията

Доставка, монтаж и изпитване в подстанцията

При положителни резултати от изпитването, количката и таблото с вторичната комутация, опаковани във фолио, се доставят в подстанцията.

Монтажът на количката и вторичната комутация се изпълнява при изключено от напрежение КРУ. Следва пряко-предавателно изпитване на цялата конструкция КРУ по [7]

Възприетите технологии и организация позволяват монтажа на КРУ в подстанцията да се сведе само до няколко часа. Минималното постигнато време от СМС-С за КРУ е 100мин. (фиг.6).



Фиг. 6 КРУ след ретрофит

Ефективност на модернизацията на КРУ чрез ретрофит

Ефективността на ретрофита на КРУ СН трябва да се оценява спрямо другия възможен подход за модернизация, с доставка и монтаж на нови КРУ, по технически и икономически показатели.

В техническо отношение, като параметри модернизираният чрез ретрофит КРУ не отстъпват на произведените съвременни КРУ. Това се определя от обстоятелството, че при ретрофит се вграждат най-съвременни апарати (прекъсвачи, цифрови защиты, измерителни трансформатори и др.), използвани и в предлаганите нови типове КРУ. А тъй като те определят и основните технически параметри. Ако в този технически аспект отнесем и дизайна, коректността изисква да се отбележи предимство за новите КРУ както по отношение на външния вид и ергономията, така и за по-малките им габарити. Но веднага трябва да отбележим, че по-малките габарити в повечето случаи нямат съществено положително значение за съществуващи ел.уредби. Нещо повече, те се превръщат в

недостатък, защото налагат преустройство в строителната част на съществуващите подстанции.

В икономическо отношение предимствата на ретрофита са безспорни и значими. Стойността на модернизираното при пълен ретрофит на КРУ е около 2 пъти по-ниска спрямо новите КРУ. При частичен ретрофит, с цената на допустими технически компромиси, това число, в зависимост от обхвата му, може да нарасне

При ретрофита на КРУ – не се налагат допълнителни строителни работи в съществуващите подстанции, тъй като стационарната им част се запазва. При нови КРУ се налагат строителни работи, които изискват допълнителни разходи за проектиране, за строителни материали и изпълнение. Отпадането на тези разходи още повече увеличават ефективността на ретрофита.

Модернизацията на подстанциите налага прекъсване на електрозахранването или най-малко лишаване от резервно захранване за определено време. Това време е несравнимо по-голямо при монтаж на нови КРУ. А това има както техническо, така и парично изражение.

*Препоръчана за публикуване от катедра
Редакционен съвет*

Заклучение

Иновирането на подстанциите чрез ретрофит на КРУ трябва да се приеме като приоритетно технико-икономично решение, в условия на ограничени инвестиции, с качество и ефективност, зависещи в голяма степен от прилаганите технологии и организация.

Литература

- Наредба №3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии. ABC – 2004г. Доп..2007г.
Наредби №16-116 за техническа експлоатация на електро-обзавеждането – 2008г.
Методика за изчисляване на шинните съединения в КРУ. Актуал.ред. 2010г. Архив СМС-С ЕООД
Основы теории электрических аппаратов, ред. На Г. Буткевич. Высшая школа.М.1970г.
Процедура за изпитване на Комплексни разпределителни устройства (КРУ) за закрит монтаж. Акт.ред. 2009г. Архив СМС-С ЕООД.
Наредба №9 за техническа експлоатация на електрически централи и мрежи 2004г., Доп. Изд. 2008г.
Наредба №3 /18.09.2007 на МРРБ за технически правила и нормативи за контрол и приемане на електромонтажните работи