

Вакуумните генераторни прекъсвачи – технология без алтернатива

Разговор с инж. Дмитрий Користашевский – Регионален мениджър продажби на „Сименс“ ЕООД

–Каква е ролята генераторните прекъсвачи?

Както знаем, цялата ел. енергия, която използваме, се произвежда и доставя от различни източници. Видовете енергия включват ядрена, вятърна, слънчева, които се произвеждат от хидроцентрали, топлоцентрали и др. За нормалната работа на централите, енергията от генераторите трябва да се предаде в електропреносната мрежа безпроблемно, т.е. всички устройства, които са важни за всяка ел. централа - генератори, трансформатори и др., да бъдат предпазени от късо съединение, така че да се подсигури безотказната и устойчива работа на системата. Без генераторни прекъсвачи, тази задача би била трудно осъществима. Ето защо тези прекъсвачи изпълняват няколко функции. От една страна, те включват и изключват отделните системи и така се осигурява непрекъснато производство на ел. енергия. От друга страна, най-важното им приложение е да предпазят основните елементи на системата от късо съединение.

Siemens решава тази задача с помощта на разработените от нея вакуумни генераторни прекъсвачи на ток (ВГП).

- Инж. Користашевский, защо трябва да се акцентира върху значимостта на генераторните прекъсвачи?

Генераторните прекъсвачи са сложни устройства. Те трябва да осигурят безпроблемно производство на електрическа енергия с изключително високи параметри на работния ток и тока на късо съединение. Сърцето на генераторния прекъсвач на Siemens е вакуумна камера с разположена вътре в нея контактна група. Изработването на вакуумните камери е базирано на две ключови технологии: едната е за създаване на изолационна среда без никакъв газ или въздух; другата технология е свързана със създаването на специална контактна група с уникална конфигурация и материали, от които са изработени контактите на прекъсвача.



Инж. Дмитрий Користашевский работи в Siemens повече от 12 години и отговаря за бизнес развитието на технологията за производство и експлоатация на вакуумни генераторни прекъсвачи (В.Г.П.) в регионални дружества на компанията. Завършил е специалност хидравлични машини в Московския Институт по енергетика през 1987 г. Придобива политехническа квалификация. Бил е директор на завода за електро-двигатели в Москва. През 2002 г., получава покана за работа в България в завода за помпи Витом в гр. Видин, където прекарва 4 години. След това работи 1 г. в Република Сърбия в завод за производство на помпи в гр. Ниш. През 2009 г. се връща в Русия и става част от Siemens. Вече повече от 8 г. се занимава с развитието на вакуумни генераторни прекъсвачи. След като Siemens Русия прекратява дейността си, получава предложение за работа в Siemens България. Женен е с три дъщери.

- Бихте ли ни запознали с принципа на действие на генераторните прекъсвачи?

Задачата на всеки прекъсвач е да прекъсне електрическата верига.

За да протече нормално процеса на прекъсване на електрическата верига, без да възникне електрическа дъга при разделяне на контактите, тя трябва да бъде загасена. Това обаче не може да стане моментално, тъй като това е процес, който изисква време, въпреки че протича за милисекунди. Затова процесът на прекъсване се осъществява в различни диелектрични среди. Най-разпространената и най-дълго използваната среда е тази на въздушния прекъсвач. След него са прекъсвачите с малкомаслена диелектрична среда. По-модерното техническо решение е среда, запълнена с елегаз. Той представлява фосфорно съединение и има много добри параметри, за да бъде загасена дъгата по по-ефикасен начин, отколкото би било гасенето ѝ в маслена среда. В крайна сметка има и още по-добра възможност и това е вакуумът, среда, в която няма нищо, което да провежда енергията, която се отделя при разтваряне на контактите.

- Как се създава вакуумът в камерите, в които се разделят и съединяват контактите?

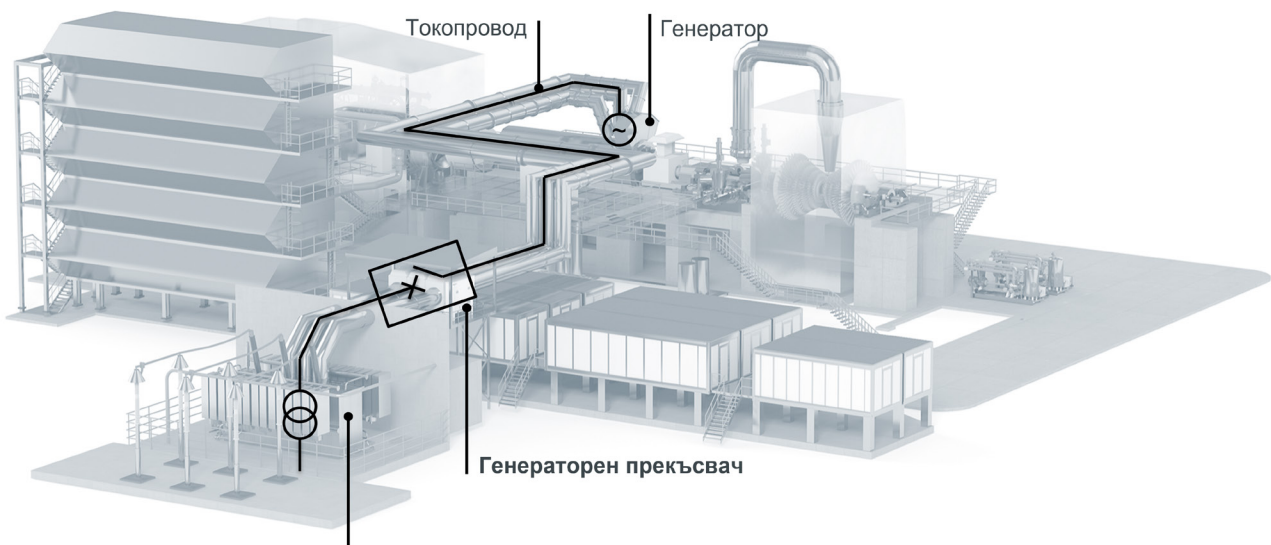
Това е нестандартна задача, която изисква при създаването на такова съоръжение да се гарантира, че в него няма да остане и молекула въздух, нещо, което е изключително сложно, защото след като се изпомпа въздухът от работната камера, тя трябва да се затвори херметически, така че да се прекъсне процесът на изпомпване и да се запази вакуумът. Вакуумните камери на Siemens са изработени само

от метал и керамика. Производителят съзнателно е избегнал използването на гъвкави уплътнения, защото техните физически свойства се променят с течение на времето. Да се затвори надеждно вакуумната камера, състояща се от метал и керамика, и да се осигури липсата на въздух в нея, технически е много трудна задача. За да се осъществи вакуумирането на камерата, трябва да бъдат поставени всички елементи на вакуумната камера в нея, заедно с медните пръстени, които в последствие при разтапяне и последващо изстиване създават здрава херметизирана конструкция. Преди да започне заваряването на елементите на вакуумната камера, въздухът се изсмуква от голяма дебелостенна камера, която играе ролята и на голяма пещ. Това е едно опростено обяснение на процеса. Но повярвайте, когато видите всички етапи на производството на този ключов елемент, гледката е главозамайваща. Отделно трябва да подчертая, че вакуумната камера е направена от специални материали и е със специфичен дизайн. Технологиите на производството е ноу-хау на Siemens и е резултат от дългогодишни изследвания, които започват през 70-те години на миналия век.

- Какво наложи търсенето на по-добро решение, което да замени маслото и елегаза?

В последните 30-40 години и дори до днес все още контактите се разполагат в среда от елегаз.

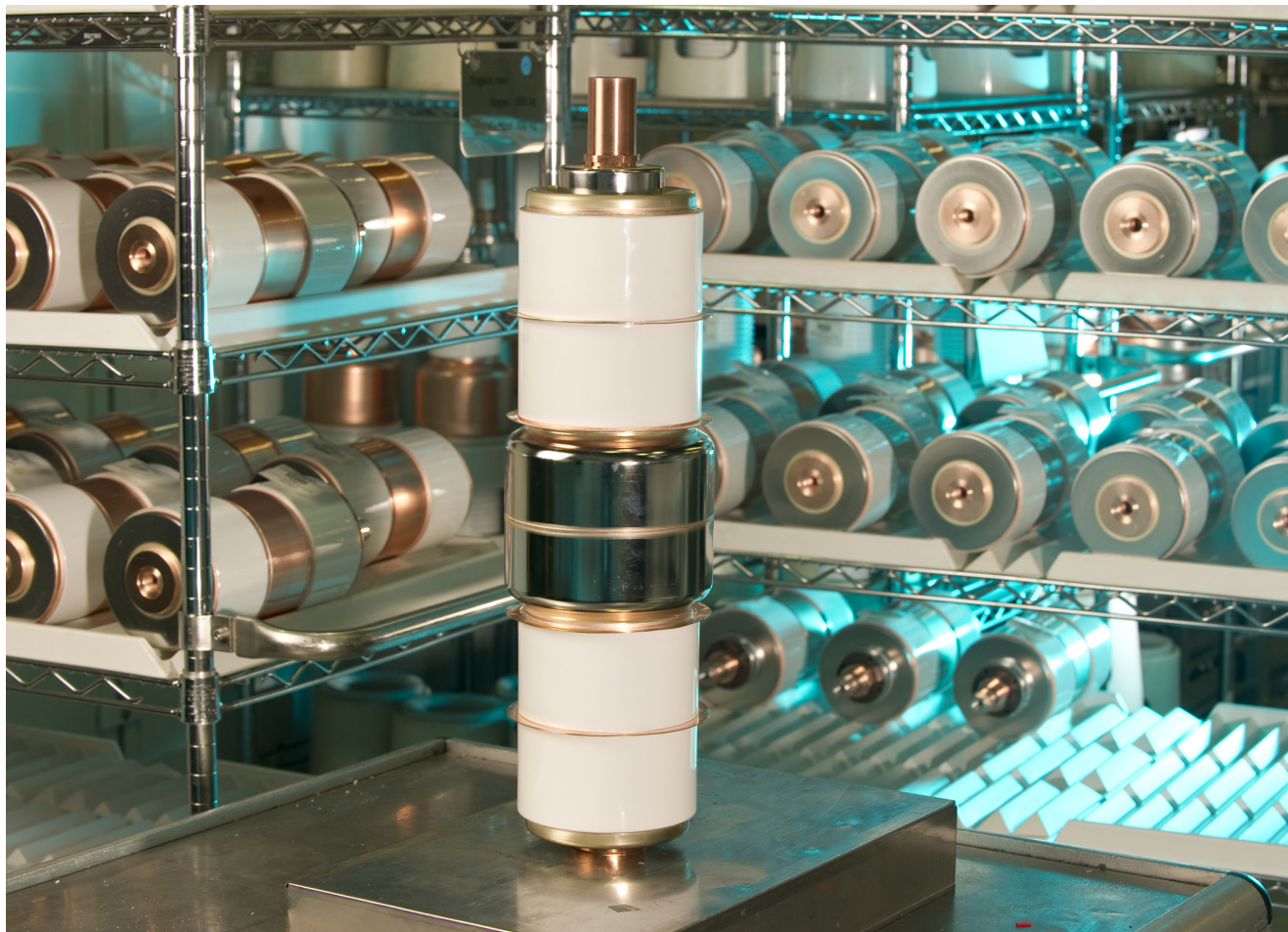
Той е химическо съединение SF₆ „серен хексафлуорид“, което съдържа флуор и сяра. Елегазът има добри електроизолационни свойства. Това е специален газ, който се вкарва в камерата на прекъсвача. Елегазът трябва да бъде под високо налягане, това е обратното на вакуума. И пак опираме до уплътненията. Проблем,



който трудно се решава технически. Както беше споменато по-горе, еластичните уплътнения, през които минават маркучи под високо налягане, не могат да осигурят 100% изолация, особено след дълга експлоатация на прекъсвача. Ето защо елегазовите прекъсвачи изискват непрекъснат контрол върху налягането, наличния обем, качеството на газа и други контролни точки.

Преминаваме към електромеханичните процеси, които протичат вътре в прекъсвачите на ток. Дъгата, която възниква между контактите всъщност е процес на горене. Трябва да се направи, така че това горене да не се случи. Вакуумът подсигурава това с липсата на кислород. Фактически, при вакуума няма какво да поддържа горенето. Елегазът решава този проблем по друг начин. Това е един изкуствено създаден газ, който потиска процеса на горене. Сам по себе си този газ не е опасен, не е вреден за здравето на човека. Но малцина знаят, че в газовата среда при разделянето на контактите се образува електрическа дъга с изключително висока температура и започва процес на отделяне на токсични съединения вътре в елегазовата камера, където са контактите. Елегазът се разпада при температура над 1100 °C. Токсичните компоненти,

който се образуват, се натрупват с времето. Колкото повече са включенията и изключенията, толкова повече се натрупват токсични елементи, които са изключително отровни, и това създава проблем. На определен период от време камерите трябва да се утилизират, включително и газът. Това зависи от броя комутации. В края на живота на прекъсвача, компанията, която го експлоатира, трябва да наеме специализирана фирма, която да утилизира тези отровни вещества, а това е изключително трудно. Когато се вземе решение за инсталиране на подобни прекъсвачи, трябва да се има предвид не само срокът на експлоатация на тези устройства, който е дълъг - до 30 г., но и проблемите, свързани с тяхното утилизиране. В рамките на 30 г. те могат да работят безотказно. След завършването на жизнения им цикъл, камерите им трябва да бъдат утилизирани. Не може да бъдат оставени на произволно място да изпускат отровни вещества. Това е процес, който трябва да бъде предвиден от самото начало, още при инсталирането на прекъсвача. Затова в Европа са взети мерки срещу разпространението на елегаза. Той, освен че може да се разпада на токсични съединения и директно да вреди на



здравето, има въздействие и върху озоновия слой. Също като фреона, той е летлив газ, разпространява се в атмосферата и спомага за разтварянето на озоновата дупка. Изпускането на един килограм SF6 оказва въздействие върху климата, равностойно на 23-29 тона въглероден диоксид. Има европейски регламенти, които препоръчват постепенен пълнен отказ от използването на елегаз до 2030 г.

- Има ли и други компании, които да произвеждат В.Г.П? Имате ли конкуренция?

Може да звучи учудващо, но има 4 компании в света, които произвеждат такива големи прекъсвачи. Това е една специална апликация и не е много често приложима, затова има много малко компании, които ги произвеждат и те са световно известни.

Siemens от дълго време инвестира във вакуумни технологии и тя е единствената компания, която разполага с такова обширно портфолио на генераторни прекъсвачи с вакуумни камери.

Има и други компании, които предлагат подобни прекъсвачи за ниско напрежение, но те не могат да работят с високи работни токове.

В момента в България и съседните държави елегазовите прекъсвачи все още остават доминиращи, защото има много устройства, които са в експлоатация и са все още с неизчерпан жизнен ресурс.

Ние изхождаме от презумцията, че оборудването, което предлагаме за електрическите централи, трябва да решава няколко проблема. Имам предвид не само техническите аспекти вкл. и изкл. и предпазване от късо съединение. На практика няма необходимост от техническо обслужване, гарантирана е безопасността на персонала и околната среда.

- От какво обслужване се нуждаят Г.П.?

Когато говорим за елегазовите прекъсвачи, трябва да имаме предвид, че това оборудване се обслужва задължително. Необходими са редовни проверки, защото пак повтарям, това е оборудване, което съдържа газ под налягане. За да се подсигури това налягане има резервоари, които поддържат налягането в работните камери, има разбира се и уплътнения, през които минават маркуките, които го поддържат. Независимо, че сега има много материали, които запазват своите свойства дълго време, пластичните материали, семеринги и гумени уплътнения стареят. Те трябва да бъдат еластични, за да се подсигури уплътняване и поддържане на високо налягане вътре в прекъсвача. За да се подсигурят еластичните свойства трябва да се използват материали, които да подсигуряват тази еластичност, от друга страна с течение на времето

тази еластичност намалява, материалът старее. Това е процес, който не може да бъде спряен, може да бъде забавен, но не и спряен. Тези частици газ, за които говорим излизат през уплътненията. Производителят гарантира, че течовете не надвишават 0,1-0,2% от общия обем за една година. Това се случва през целия експлоатационен срок на прекъсвача. Течовете трябва да са в границите, зададени от производителя. Газът трябва да бъде "подсушаван", защото влагата и кислородът, проникващи в малки количества в системата предизвикват корозия. За да се контролират параметрите на газа, трябва да има измервателни уреди. Необходимо е да има хора, които да проверяват тези уреди, които да гарантират годността на тези уреди и дали отчитат вярно тези параметри. Това са множество задачи, които трябва да решава персонала, който обслужва устройството. От една страна, трябва да имаме обучени експерти, които да изпълнява тази функция, от друга страна, има определена зависимост от стенента на компетентност на този персонал, който контролира уредите и процесите.

Затова все повече производителите търсят решения, които да намалят до минимум зависимостта от човешкия фактор, и в тази връзка вакуумните прекъсвачи представляват устройства, в които няма никакви уплътнения и не се нуждаят от обслужване. Те са напълно изолирани от околната среда с една технология, която е уникална.

- Кое е уникалното в технологията на Siemens и как се произвежда вакуумният Г.П.?

Не бих казал, че технологията не може да бъде повторена, но устройството, което предлага Siemens никой за сега, не може да повтори по ред причини.

Искам да обясня, как се произвежда нашето устройство. Всички елементи във вакуумната камера са заверени, включително керамичният екран и медната капсула са заварени с помощта на разтопен метал. Как става това? Сглобяват се всички елементи на камерата включително контактите. Между елементите, които се съдържат в камерата между корпуса и керамичния екран, се поставят тънки медни пръстени. Те са с диаметъра на компонентите, които се сглобяват в системата. Цялата сглобена система от частите и дисковете се поставят в огромна барокамера, с помощта на която, се изтегля въздуха и тук се използва ефекта на мащабирането. По този начин се гарантира запазването на вакуума. Това дава много добър ефект - гаранцията за вакуума е 57 000 години, това е научно доказано.

- Как се управляват контактите на системата?

Вакуумната камера съдържа един подвижен и един



неподвижен контакт. В камерата има елемент, който се казва „силфон“. Той представлява метална хармоника, която предава движението на подвижния контактор чрез механично задвижване отвън. Като цяло, вакуумната камера има само три подвижни елемента (лост, контакт и силфон) за разлика от елегазова камера, която съдържа 27 подвижни елемента. Като машинен инженер и учен зная, че с нарастване на броя на подвижните елементи в една система, нейната надежност намалява по експонента.

Кое всъщност е иновативното във В.Г.П.?

Най-иновативното е материалът, от който са изработени контактите, както и тяхната геометрия. Те се произвеждат по доста сложен начин. За да работи прекъсвачът, трябва да се намали въздействието на електрическата дъга, която води до ерозия на материалите, от които са направени контактите. При отварянето на контактите се появява дъга, един вид плазма, която причинява ерозията им и с течение на времето ги уврежда, както споменах по-горе. Електрическите параметри се влошават и възникват проблеми. Затова хората, които мислят по този въпрос, са създали иновативна конструкция на контактите, така че при отварянето им да не се създава концентрирана електрическа дъга. За да

се предотврати този ефект на събиране на енергия в един тесен сноп, контактите са изработени със специална геометрия. Върху контактните повърхности са нарязани канали подобно на ел. двигателите. Тези канали осигуряват завихрянето на магнитното поле, удържават дъгата в границите на контактите и я разпръскват на милиарди малки дъги. При ренгеноскопски записи може да се види как при отваряне на контактите се вдига метална мъгла и после частиците се връщат обратно. Тази технология осигурява до 30 пъти намаляване на силата на късото съединение до 110 кА (към днешна дата) без увреждане на генераторния прекъсвач. Материалът, от който са направени контакторите трябва да бъде високо топлопроводим и високо електропроводим от една страна, а от друга страна, да е физически и механично устойчив. Siemens успява да съедини два материала - хром и мед. Хромът има голяма механична здравина и се топи при по - високи температури. При медта е обратното, тя се топи при по - ниски температури и е мек метал. Сложното е тези два метала да се обединят в една сплав. Това не може да се направи по конвенционалния начин. И тук е иновацията на Siemens, неговите специалисти успяват да „съюзят“ тези два метала. Съединяването става при висока температура, изключително високо налягане и във вакуумна среда. Преди да се съединят, металите са в прахообразно състояние. По този начин се създават пластините на контактите, които са устойчиви на ерозия.

- Siemens е огромна компания и предлага много различни продукти. Кой се занимава с генераторните прекъсвачи? Има ли специален отдел, който се занимава с проектирането и продажбата на прекъсвачи?

В България няма такова производство. Това е част от направление SI (Smart Infrastructure) Интелигентна инфраструктура и в частност бизнес звено Електрификация и автоматизация (EA), а аз се занимавам с бизнес развитието на този сегмент. В Германия има отделно подразделение, което отговаря за инженеринга, проектирането и производството и там попадат прекъсвачите. Важно е да се подчертае, че цялото оборудване се произвежда в Германия. Значението на генераторния прекъсвач не бива да бъде подценявано, тъй като от него зависи безопасността и надеждността на цялата електроцентрала. Затова се гордеем, че имаме възможност да предложим в България и региона най-новите разработки, които отговарят на световните стандарти за производителност, качество и ефективност.