

БЪДЕЩЕТО НА ЕЛЕГАЗОВИТЕ УСТРОЙСТВА В ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИЯ ТРАНСПОРТ

Георги ПАВЛОВ, Васил ДИМИТРОВ

g_pavlov61@abv.bg; vdimitroff@abv.bg

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

Резюме: Международната организация на експертите по изменението на климата (IPCC) е основана, за да предоставя актуална информация относно промените на климата. Издаването на първия Доклад – оценка през 1990 г. изигра решаваща роля за създаването на Рамкова конвенция на ООН за изменението на климата (UNFCCC), която беше отворена за подписване на конференцията в Рио де Жанейро през 1992 г. и влезе в сила през 1994 г. Вторият Доклад – оценка от 1995 г. има основен принос за подписването на Протокола от Киото през 1997 г., а Третият Доклад – оценка (от 2001 г.), а така също и Специалният и Методологическият доклади, осигуриха допълнителна информация от практическо значение за развитието и разрастването на Рамковата конвенция и Протокола. Този Доклад оцени възможностите за облекчаване в различни сектори, тяхната цена и бъдещи ползи и изгоди, а така също и пренятствията, подходящите мероприятия и инструменти. По този начин смекчаването на изменението на климата продължава да се развива.

Ключови думи: IPCC, парникови газове, елегазови устройства

УВОД

Глобалното затопляне на земята е резултат от емисиите въглероден двуокис и други газове, предизвикващи парниковия ефект. Те са причинени от човешката дейност – бурно индустриално развитие, увеличено ползване на изкопаеми горива (въглища и петрол), изсичане на големи горски масиви и т.н. Парниковите газове (ПГ) пропускат слънчевата радиация до земната повърхност, но поглъщат инфрачервените топлинни лъчи и затоплят земната повърхност и приземния атмосферен слой.

Естественният природен парников ефект поддържа средна температура от около 15°C, което прави възможен живота на Земята. Бързото увеличение на парниковите газове обаче води след себе си сериозни последици и промени на климата:

♦ топи се ледената обвивка на полюсите, което причинява повишаване на морското ниво;

♦ променя се количеството валежи на земята, което води до непредвидими чести наводнения или продължителни засушавания.

Изменението на климата влияе на различни компоненти на околната среда: изчезване на запасите от прясна вода, разрушаване на екосистеми и намаляване на биоразнообразието, намаляване на обема и продуктивността на обработваемите земи, унищожение на горски масиви и др. Сериозните промени в околната среда ще доведат до тежки икономически и социални последици.

Според учените глобалното затопляне през следващите 100 години ще се увеличи между 1,5 и 3,5°, а морското равнище може да се покачи между 15 и 95 см.

Глобалните измерения на проблема водят и до търсене на решение на световно ниво за намаляване на парниковите газове и за насърчаване на устойчиво и ефективното използване на източниците на енергия.

РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИТЕ ПРОБЛЕМИ НА СВЕТОВНО НИВО

През 1992 г. по време на Световната среща за Земята в Рио де Жанейро държавите от целия свят се ангажират да намалят емисиите на парникови газове до ниво, "което няма да доведе до опасно изменение в климата". Тези ангажименти биват описани в Рамковата конвенция на ООН за изменението на климата. На форума страните се споразумяват да се срещнат отново, за да формулират задължаващ протокол, който да обвърже развитите страни /отговорни за големия дял от емисиите/ да намалят своите емисии от парникови газове.

Срещата се провежда през 1997г. в Киото, а документът става известен като «Протоколът от Киото». Според него индустриализираните страни се ангажират през 2008-2012 да съкратят емисиите от газове, които изпускат в атмосферата, с определен процент в сравнение с регистрираните през 1990 г. количества. Точните проценти за всяка страна са записани в Анекс 1 на Протокола.

Намалението може да стане чрез свиване на емисиите в производствата на самите страни, посредством инвестиции в пречистващи технологии в други страни или търговия с емисии от парникови газове. Тези възможности за страните по протокола се наричат механизми от Киото:

◆ "Чистото развитие" е механизъм, при който развиващите се държави получават инвестиции за строежа на нови мощности за сметка на стари;

◆ "Съвместно изпълнение" - развитите държави, които не могат да намалят собствените си емисии на парникови газове, инвестират в икономиките на страни в преход. В замяна на това донорите получават дял от намалените емисии.

◆ Международна търговия с емисии е финансов механизъм за продажба на онази част от намаляването на емисиите парникови газове, която превишава поетите ангажименти. Чрез този механизъм страните, които не са успели да редуцират определените им проценти, ги купуват от страни, които са

намалили парниковите си емисии под изискваните нива. Природозащитните организации протестират срещу търговията с емисии, защото те реално не намаляват процеса на изменение на климата.

Основно изискване на Конвенцията и Протокола е, че всяка страна трябва да информира другите за националните действия по проблемите с изменението на климата чрез специален доклад, наречен Национално съобщение.

Рамковата конвенция на ООН по Изменение на климата, приета през юни 1992 г., е ратифицирана от България на 16 март 1995 г. През 2002 г. България ратифицира и Протокола от Киото, с което се присъединява към усилията на световната общественост за решаване на проблема с изменението на климата.

Страната ни има задължение да намали емисиите на парникови газове с 8% от общото количество емисии, емитирани през базисната 1988 г. За периода 2008–2012г. лимитът е 144,523 млн. тона еквивалент на въглероден диоксид на година. Експертите смятат, че България ще има резерв от порядъка на десетина милиона тона годишно.

По механизмите на Протокола от Киото България защити позицията за "съвместно изпълнение". Страната ни в момента има проекти с Холандия, Австрия и др.

България изпълнява задълженията си да изготвя и периодично да актуализира инвентаризациите на емисиите на парникови газове за страната по източници и поглъщането им. В съответствие с тези задължения България представя ежегодно инвентаризации на парниковите газове, започвайки с базисната 1988 г. До този момент са изработени и предадени 11 инвентаризации.

Инвентаризациите обхващат емисиите на преки парникови газове (таблица 1): въглероден диоксид (CO₂), метан (CH₄), двуазотен оксид (N₂O); прекурсори на парниковите газове (NO_x, CO и NMVOCs) и серен диоксид (SO₂).

Емисиите на хидрофлуоркарбоните (HFCs), перфлуоркарбоните (PFCs) и серния хексафлуорид (SF₆) са обект на проучванията в България от 1995 г. като базисна година. В таблица 2 и фиг. 1а,б,в са показани емисиите на ПГ по отделните сектори, съгласно IPCC класификацията [1].

Таблица 1

| ПГ/ години | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| CO2 | 102 518,53 | 82 807,76 | 65 273,35 | 58 746,64 | 61 108,49 | 58 279,12 | 61 340,66 |
| CH4 | 24 441,41 | 25 584,33 | 24 986,37 | 23 626,09 | 21 238,35 | 15 394,90 | 16 145,83 |
| N2O | 14 861,15 | 13 681,59 | 11 326,92 | 9 197,47 | 8 045,57 | 7 742,84 | 8 405,85 |
| HFCs | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,95 |
| PFCs | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 46,94 |
| SF6 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ОБЩО | 141 821,08 | 122 073,68 | 101 586,64 | 91 570,20 | 90 392,40 | 81 416,86 | 85 942,24 |
| ДЯЛ % | 100 | 86,08 | 71,63 | 64,57 | 63,74 | 57,41 | 60,60 |
| ПГ/ години | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| CO2 | 59 742,71 | 57 909,88 | 51 602,91 | 47 887,79 | 46 690,42 | 48 914,33 | 46 755,50 |
| CH4 | 15 042,15 | 12 801,91 | 11 751,47 | 10 092,33 | 10 164,92 | 9 370,31 | 9 375,51 |
| N2O | 8 177,27 | 7 741,82 | 6 608,04 | 6 222,62 | 6 721,68 | 6 624,47 | 6 274,98 |
| HFCs | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PFCs | 45,88 | 37,26 | 69,44 | 43,55 | 33,14 | 16,29 | 21,42 |
| SF6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,06 | 1,1 | 1,1 |
| ОБЩО | 83 008,02 | 78 490,87 | 70 031,86 | 64 246,29 | 63 611,21 | 64 926,50 | 62 428,51 |
| ДЯЛ % | 58,53 | 55,34 | 49,38 | 45,3 | 44,85 | 45,78 | 44,02 |

Таблица 2

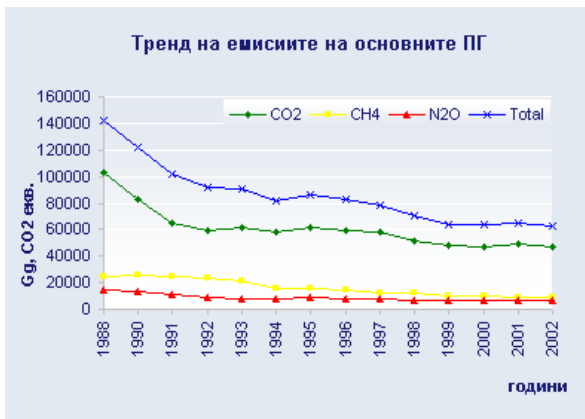
| Сектори/ години | 1988 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Енергия | 104 260,35 | 84 206,55 | 67 793,26 | 61 651,31 | 63 844,49 | 60 192,22 | 63 106,00 |
| Инд. процеси | 10 310,95 | 9 179,41 | 6 268,39 | 5 272,55 | 5 116,46 | 6 021,62 | 7 395,55 |
| Селско стопанство | 13 201,43 | 12 962,01 | 11 257,37 | 8 668,40 | 6 878,67 | 5 966,99 | 5 834,10 |
| Горско стопанство | -4 656,97 | -5 799,68 | -7 880,46 | -7 636,06 | -7 022,31 | -6 975,13 | -7 519,48 |
| Отпадъци | 14 048,35 | 15 725,70 | 16 267,63 | 15 977,94 | 14 552,78 | 9 236,04 | 9 606,59 |
| Общо | 141 821,08 | 122 073,68 | 101 586,64 | 91 570,20 | 90 392,40 | 81 416,86 | 85 942,24 |
| Сектори/ години | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Енергия | 61 603,97 | 59 511,44 | 54 026,44 | 49 341,35 | 48 053,39 | 50 435,17 | 48 132,49 |
| Инд. процеси | 7 274,16 | 6 563,83 | 4 587,12 | 4 616,28 | 5 446,95 | 5 365,56 | 4 861,13 |
| Селско стопанство | 5 501,78 | 5 269,81 | 5 197,99 | 5 277,71 | 5 115,95 | 4 303,57 | 4 640,42 |
| Горско стопанство | -7 189,92 | -5 851,85 | -6 232,71 | -6 607,60 | -8 976,23 | -9 467,15 | -8 318,06 |
| Отпадъци | 8 628,11 | 7 145,80 | 6 220,32 | 5 010,95 | 4 978,11 | 4 827,34 | 4 794,46 |
| Общо | 83 008,02 | 78 490,87 | 70 031,86 | 64 246,29 | 63 594,40 | 64 931,63 | 62 428,51 |

Анализът е, че сектор "Енергия", в който емисиите на ПГ са от изгаряне на горива, има най-голям дял от общите емисии през 2002 г., 77 %. Втори по дял за 2002 г. е сектор "Индустриални процеси", а на трето място е сектор "Отпадъци".

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕЛЕГАЗОВИ УСТРОЙСТВА В ЕНЕРГЕТИКАТА И ТРАНСПОРТА

През последните години тенденцията в електрообзавеждането на подстанциите в енергетиката, както и тяговите подстанции,

захранващи електрическия ни транспорт е тяхното обновяване и модернизация. В силовата част на РУ високо и средно напрежение най-важният елемент е прекъсвачът. От коректния избор, монтаж и поддръжка на прекъсвача зависи в значителна степен сигурността в работата на съответната електрическа мрежа. Също така е известно, че съществува многообразие от технологии за прекъсване на електрически вериги средно и високо напрежение и последващо надеждно гасене на възникналите електрически дъги.



Фиг.1а,б,в

Когато става въпрос за напрежения от порядъка на десетки хиляди волтове, изборът на оптималния за конкретното приложение прекъсвач е изключително важна задача.

В унисон с казаното дотук, в разпределителните устройства ВН у нас масово започнаха да се използват елегазови прекъсвачи, при които прекъсването на веригата се осъществява чрез отделяне на контактите в среда от серен хексафлуорид - SF₆, притежаваща много добри диелектрични и гасящи характеристики. След отделянето на контактите възникналата дъга се гаси чрез охлаждане посредством продухване на газ с достатъчно висок дебит. Интензивността на

газовата струя трябва да осигури понижаване на температурата между контактите от стойности, близки до 20 000 К, до по-малко от 2000 К за стотни от секундата. Разработени са конструкции, в които необходимото налягане на газовия поток се генерира посредством загряване на газа от енергията, съдържаща се във възникналата при разделянето на контактите дъга. По този начин става възможно използването на нискоенергоемки механизми за привеждане в движение на подвижните контакти, например на обикновени пружинни механизми.

Прекъсвачи с термонагнетяващи камери. През последното десетилетие в конструкцията на елегазовите прекъсвачи навлезе т.нар. техника за прекъсване с термонагнетяване. Дебитът и налягането на газовия поток, необходими за скоростно охлаждане на контактите, се постигат, като се използва енергията, съдържаща се в електрическата дъга. Според мнението на специалисти, тази техника се отличава с много висока ефективност и днес се използва широко при прекъсвачи ВН до 550 kV.

Прекъсвачи със самонагнетяващи камери. В конструктивно отношение следващото поколение елегазови прекъсвачи представлява развитие на техниката за нагнетяване на газовия поток чрез оползотворяване на енергията, съдържаща се в електрическата дъга. При този вид прекъсвачи между двете зони - с високо налягане (компресиран газ) и с ниско налягане е монтиран вентил. Когато се прекъсват малки токове, вентилът се отваря под действието на свръхналягането, генерирано в компресирания обем. Гасенето на възникналата електрическа дъга е резултат от налягането в газовата струя, което се получава при отварянето на вентила. При прекъсване на вериги, в които протичат големи токове, енергията на възникналата електрическа дъга води до образуване на свръхналягане в зоната, в която обикновено налягането на газа е по-ниско. Вследствие на това вентилът затваря, чрез което се изолират двете зони - с високото и ниското налягане на газа.

Основен недостатък на елегазовите прекъсвачи е, че серният сексафлуорид и производните му са биологически инертни газове, които не се срещат в атмосферата. В процеса на гасене на дъгата серният хексафлуорид образува много агресивни съединения, поради което изпускането му в

атмосферата в този момент е недопустимо. За тази цел елегазовите прекъсвачи разполагат с предпазна мембрана. Ако налягането на газа обаче, достигне недопустими стойности, мембраната трябва да пропусне изтичането му в атмосферата за да се предотврати механичното разрушаване на прекъсвача. При подобни случаи се препоръчва незабавното извеждане на производните на серния хексафлуорид от зоната. Следователно, за да се осигури оптималната работа на прекъсвача, е необходимо да се поддържат характеристиките на газа в оптималните им граници. Честа практика е в редица приложения да се използват газдетектори за измерване концентрацията на серен хексафлуорид във въздушната среда около прекъсвачите.

В разпределителните уредби средно напрежение в тяговите подстанции, захранващи електрическия ни транспорт, налагащата се тенденция в модернизацията е отново в посока на елегазовата технология.

През последните години фирмата «Сименс» задълбочи сътрудничеството си с Български държавни железници БДЖ ЕАД и НК „Железопътна инфраструктура“, Софийското метро и Градския транспорт в столицата и се наложи, като основен партньор в областта на електрозахранването на транспорта в България. В тясно сътрудничество с фирма Метрополитен са проектирани и пуснати в експлоатация подстанциите на Опълченска, Сердика и Обеля на Софийското метро, за градския транспорт в София е пусната в експлоатация контейнерната подстанция “Ситняково”, Сименс доставя комплексно разпределителните устройства (КРУ) за средно напрежение за подстанциите Симитли и Генерал Тодоров в рамките на електрификацията на ж.п. линията Дупница – Кулата. За първи път в България, като разпределително устройство 25 kV е използвана най-новата модерна техника - газоизолирана SF6 уредба (GIS) с вакуумни прекъсвачи. По-подобен начин е проектирана и подстанция Димитровград. Всички тягови подстанции по тази линия са проектирани с елегазови уредби.

Във връзка с ратифицираните от страна на България рамкова конвенция на ООН и Протокол от Киото и произтичащите от това задължения на страната за намаляване на емисиите на парниковите газове с 8% за

периода 2008-2012г., Министерския съвет на РБ прие постановление № 254 от 30 декември 1999 г. за контрол и управление на вещества, които нарушават озоновия слой.

С постановлението се уреждат:

1. контролът и управлението на вещества, които нарушават озоновия слой, с цел постепенно намаляване и спиране на тяхната употреба;

2. изискванията за производството, вноса, износа, пускането на пазара, използването, събирането и съхраняването, рециклирането, регенерирането и обезвреждането на вещества, които нарушават озоновия слой;

3. изискванията за производството, вноса, износа, пускането на пазара и използването на продукти и съоръжения, използващи, съдържащи или изработени с вещества, които нарушават озоновия слой;

4. условията и редът за събиране и обработване на информация по т. 2 и 3.

В чл. 2. (1) се забраняват производството, вноса, износа, пускането на пазара и използването на вещества, които нарушават озоновия слой.

На 2 април 2008 година Комисията на европейските общности прие Регламент (ЕО) № 305/2008 за установяване на минимални изисквания и на условия за взаимно признаване на сертифицирането на служители по отношение на извличането на флуорирани парникови газове от комутационна апаратура за високо напрежение [2]. Според член 1 е необходимо да бъдат определени правила относно професионалната квалификация на служителите, извършващи дейности по съоръжения, съдържащи някои флуорирани парникови газове, тъй като тези дейности потенциално могат да предизвикат изтичане на такива газове. Следва да бъде определен (посредством национален закон или подзаконен акт) или да бъде назначен (от компетентния орган на държавата-членка или от други организации, които са оправомощени за това) и Сертифициращ орган, имащ правото да издава сертификати на служители, които изпълняват дейностите, посочени в член 1.

Редно е да си зададем въпроса:

ВЪЗМОЖНО ЛИ Е ДА ОГРАНИЧИМ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ЕЛЕГАЗОВИ УСТРОЙСТВА В ЕНЕРГЕТИКАТА И ТРАНСПОРТА?

Естествено когато става въпрос за работни напрежения по-големи от 35 kV, перспективните вакуумни прекъсвачи категорично отстъпват място на елегазовите. Разработването на вакуумната технология за прекъсване на електрически вериги доведе до сериозни размествания на пазара на прекъсвачи в световен мащаб. Специфика на вакуумните прекъсвачи е малката площ на контактите им, което позволява минимизиране на общите им габарити. Например, съвременните вакуумни прекъсвачи се отличават с много по-малки размери в сравнение с прекъсвачи средно напрежение, базирани на останалите техники за изключване. Животът на един вакуумен прекъсвач се определя на около 10 000 пълни работни цикъла. Разбира се, добрите работни параметри на този вид прекъсвачи зависят от поддържането на състоянието на вакуум през експлоатационния им срок. Ако вакуумът се наруши, прекъсвачите няма да могат да изключат веригата, дори при протичането на номинални токове през нея. Използват се различни технически способности за проверка на нивото на вакуума, включително рутинни тестове и дори цели мониторингови системи. Тенденции в развитието на вакуумната технология за прекъсване на електрически вериги са производството на прекъсвачи за все по-високи напрежения, което се дължи на лесното им обслужване и дълъг експлоатационен живот. Съвременните вакуумни прекъсвачи, обаче, са приложими за вериги с напрежение под 35 kV.

Всичко това доказва, че елегазовите прекъсвачи са най-перспективната, модерна и надеждна комутационна и защитна техника на този етап за високи напрежения. Когато става въпрос, обаче за уредби средно напрежение, тогава биха могли да бъдат използвани алтернативни технически решения. Например

при бъдеща модернизация на стари и изграждане на нови тягови подстанции за захранване на електрически жп транспорт, на страна 27,5 kV могат да бъдат използвани съвременни КРУ с въздушна изолация. Същото решение може да бъде приложено и в тяговите подстанции, захранващи градския транспорт (т.нар. ТИС).

Редица фирми (Schneider Electric, АВВ, Филкаб и др.) произвеждат комутационни разпределителни устройства за средно напрежение с въздушна изолация от модул тип, осигуряващи всички функции за една модерна система на електроразпределение и захранване. Предлагащите комплектни разпределителни уредби от различен тип са с компактни размери и различни функции, като разширяемост на място, дистанционен контрол, наблюдение и известяване за аварии.

Нашето мнение е, че основният принцип при проектирането и избор на уредба средно напрежение е по-скъпите и проблемни (свързани с изискванията на Протокола от Киото) елегазовите технологии да се използват само на места, където няма друга алтернатива. Например, ако изискванията за уредбата са да има малки габарити (в тягови подстанции на Метрополитен) или при специфични условия от страна на работната среда. Във всички останали случаи използване на КРУ с въздушна изолация е технически по-перспективно (от гледна точка на ремонт-пригодността и експлоатацията) и по-евтино.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] <http://nfp-bg.eionet.eu.int/ncesd/bul/UNFCCC>
- [2] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:092:0017:01:BG:HTML>
- [3] <http://www.abb.com/sf6>
- [4] <http://www.ipcc.ch/>

THE FUTUR OF ELEGAS DEVICES IN THE ELECTRICAL EQUIPMENT OF THE TRANSPORT

Georgi PAVLOV, Vasil DIMITROV

Higher School of transport "Todor Kableshkov", 158 Geo Milev Street, 1574 Sofia, BULGARIA

Abstract: *The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was established to provide the decision-makers and others interested in climate change with an objective source of information about climate change. The findings of the first IPCC Assessment Report of 1990 played a decisive role in leading to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), which was opened for signature in the Rio de Janeiro Summit in 1992 and entered into force in 1994. The IPCC Second Assessment Report of 1995 provided key input for the negotiations of the Kyoto Protocol in 1997 and the Third Assessment Report of 2001 as well as Special and Methodology Reports provided further information relevant for the development of the UNFCCC and the Kyoto Protocol. This Report assessed mitigation options in the various sectors, their costs and co-benefits, as well as barriers, opportunities, policies, measures and instruments. It placed climate change mitigation in the context of sustainable development.*

The report confirmed the findings of the SAR that earlier actions, including a portfolio of emissions mitigation, technology development and reduction of scientific uncertainty, increase flexibility in moving towards stabilization of atmospheric concentrations of greenhouse gases.

Key words: *IPCC, greenhouse gases, elegant devices*