Механика Транспорт Комуникации

Научно списание

ISSN 1312-3823

том 11, брой 2, 2013 г.

статия № 0925

http://www.mtc-aj.com

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДЪГОГАСИТЕЛНИ ПРОЦЕСИ ПРИ ПОСТОЯННО НАПРЕЖЕНИЕ В ГАЗОВИ СРЕДИ В ЛАБОРАТОРНИ УСЛОВИЯ

Галина Чернева
cherneva@vtu.bg

ВТУ „Тодор Каблешков", 1574 София, ул. „Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *дъгогасителни процеси, преходни процеси, газови среди*

Резюме: *В настоящата работа са представени резултати от изследване на дъгогасителни процеси при постоянно напрежение в различни газови среди. Изследването е направено на лабораторен стенд, проектиран и създаден от колектив от преподаватели и студенти във Висшето транспортно училище «Тодор Каблешков».*

1. ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА

Важен проблем в областта на градския електрически транспорт е изследване на преходните процеси, които възникват при комутация в постояннотоковите мрежи. Те са свързани с преминаване на прекъсвачите от включено в изключено състояние, което от своя страна, винаги е съпроводено с появата, горенето и гасенето на електрическа дъга.

Процесът на гасене на електрически дъги в голяма степен зависи от дъгогасителната среда, в която се намират полюсите на прекъсвача. В практиката съществува голямо разнообразие от технологии за надеждно гасене на електрически дъги [1, 2, 3, 4, 5]. До неотдавна масово са използвани маслени прекъсвачи [1] , но недостатъците на маслото като средство за охлаждане и гасене на електрическа дъга, налагат търсене на други алтернативи.

В съвременните прекъсвачи се използва отделна, херметически затворена, дъгогасителна газова камера. Според вида на газовата среда през последните години основно се разработват въздушни, вакуумни и елегазови прекъсвачи [2, 3, 4, 5].

Гасенето на дъга във въздушна среда [4] става чрез сгъстен и съхраняван в специални резервоари въздух, при което се създават условия за активна дейонизация на дъгата. Недостатъците са свързани с недостатъчна надеждност при експлоатация, висока цена за производство и монтаж, необходимост от поддържане с компресорна уредба на сгъстен въздух за гасене на дъгата.

Елегазът (серен хексафлуорид SF_6) [5] е с много по-добри дъгогасителни свойства от въздуха. Той се разлага слабо от високата температура на дъгата, след което бързо се възстановява. Това определя стабилността във времето и големия експлоатационен срок на елегазовите прекъсвачи. Основен недостатък е, че серният

хексафлуорид и производните му са биологически инертни газове, които не се срещат в атмосферата. Поради това в редица приложения се използват газдетектори за измерване на концентрацията на серния хексафлуорид в атмосферната среда около прекъсвачите.

Вакуумната среда [2,3] има редица предимства: бързо възстановяване на електрическата якост (до12μs), взриво- и пожаро-безопасност, висок комутационнен ресурс, без отрицателно въздействие върху околната среда. Недостатъци са по-високата себестойност, пълно нарушение на функциите на прекъсвача вследствие на авария във вакуумната дъгогасителна камера, силна зависимост на надеждната работа от качествата на контактната връзка, поява на пренапрежения.

Следователно изследването на дъгогасителни процеси в различни газови среди е проблем, който със своята актуалност определя в значителна степен сигурността в работата на електрическите мрежи. Това определя и целта на настоящата работа – изследване на преходните процеси при дъгогасене на постоянно напрежение в различни газови среди. Изследването е реализирано на лабораторен стенд [6], проектиран и реализиран в изпълнение на договор №1507/ 25.04.2013г с Висшето транспортно училище «Тодор Каблешков» за проучвания и научни изследвания.

2. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗСЛЕДВАНИЯ ЧРЕЗ ЛАБОРАТОРНИЯ СТЕНД

Разработеният лабораторен стенд е показан на фиг.1. Той представлява триполюсен вакуумен прекъсвач, корпусът на едната камера на който е подменен с нов, изработен от полиамид с достатъчна електрическа якост фиг.2. На него е монтирано закалено стъкло за наблюдаване на процеса на дъгогасене. Преди задействане на прекъсвача (преходния процес) тази камера се запълва през монтирани щуцери с изследвания газ от съответните газови бутилки, чието налягане се следи с манометрите на редуцир-вентилите. (фиг.3).

Фиг.1. Общ вид на лабораторния стенд

Фиг.2. Изглед на преработената дъгогасителна камера

Управлението на прекъсвача се извършва чрез микропроцесор, като се следят в реално време ток, напрежение и налягане в преобразуваната дъгогасителна камера. Данните, които обработва микропроцесорът се визуализират посредством интерфейс и се извеждат на дисплей (фиг.4), закрепен на фундамента на стенда .

Чрез реализирания стенд са изследвани дъгогасителните процеси в газови съединения с различни пропорции на азот, водород и кислород, както при постоянно, така и при променливо напрежение. Аналогични измервания са реализирани и за

камера с вакуум (една от непреработените фази на прекъсвача, фиг.1), с цел сравнение и анализ.

Фиг.3. Манометри за следене на налягането на подавания газ в преработената камера

Фиг.4. Визуализация на измерваните величини в преработената камера

3. ТЕОРЕТИЧЕН АНАЛИЗ

Принципната електрическа схема на свързване на прекъсвача при постоянно напрежение е показана на фиг.5, където E е електродвижещото напрежение на източника, R и L са параметри на товара, а U_d е напрежението на дъгата, което се образува при отваряне на контактите на прекъсвача Q.

Тогава веригата от фиг.5 се описва с уравнението:

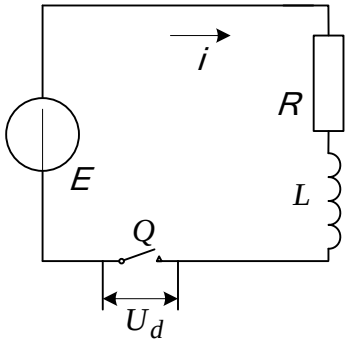
(1) $$E = iR + L\frac{di}{dt} + U_d \quad .$$

Когато $E > iR + U_d$ електродвижещото напрежение на самоиндукция $L\frac{di}{dt}$ е положително и токът расте. При $E < iR + U_d$, $L\frac{di}{dt} < 0$ и токът намалява, респ. дъгата гасне.

Следователно условието за гасене на дъгата може да се изрази като

(2) $$U_d > E - iR \quad .$$

В момента на гасене на дъгата уравнение (1) може да се запише като:



Фиг.5. Електрическа схема на свързване на прекъсвача

(3) $$E = L\frac{di}{dt} + U_g ,$$

където U_g е напрежението на гасене на дъгата.

Но тъй като $L\frac{di}{dt} < 0$, то (3) е във вида:

(4) $$U_g = E + L\frac{di}{dt}.$$

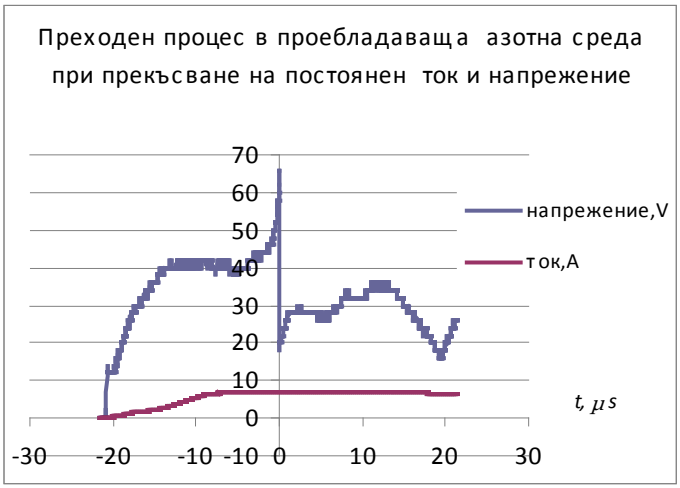
От уравнение (4) следва, че колкото по-голяма е индуктивността на комутираната верига, или по-голяма скоростта на изменение на тока, толкова по-голямо е пренапрежението върху контактите на прекъсвача.

Скоростта на изменение на тока $\frac{di}{dt}$ зависи от скоростта на дейонизация на газа. В резултат на дейонизацията съпротивлението на междуконтактното разстояние се увеличава.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

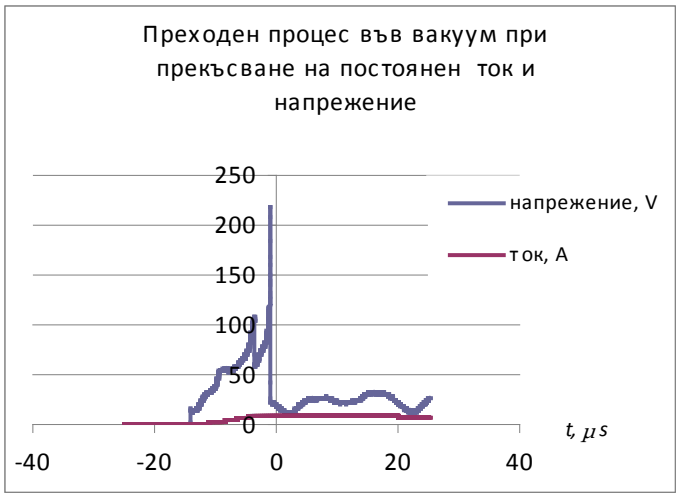
С помощта на описания лабораторен стенд са изследвани преходните процеси при прекъсване на постоянно напрежение 48 V в газови среди с преобладаващо съдържание съответно на кислород и азот. Резултатите са показани на фиг. 6 и фиг.7.

Фиг. 6. Преходен процес в преобладаващо кислородна среда



Фиг. 7. Преходен процес в преобладаващо азотна среда

Установено е, че в кислородна среда (фиг.6) преходният процес е с продължителност 25ms.Образуваното се пренапрежение е 120 V.



Фиг. 8. Преходен процес при прекъсване на постоянно напрежение във вакуум

В азотна среда (фиг.7) преходният процес е с продължителност 20ms, като пренапрежението е 68 V.

И в двата случая, обаче, образувалото се пренапрежение е по-ниско от това, което се отчита във вакуумната камера (фиг.8).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ИЗВОДИ

В резултат на направените измервания на тока и напрежението по време на преходния процес на дъгогасене на постоянно напрежение в различни газови среди се установи, че образувалите се пренапрежения в преобладаваща съответно азотна и кислородна среда са значително по-ниски от това във вакуумната камера на прекъсвача. Това определя по-дълго време за горене на дъгата в другите газови среди в сравнение с вакуумната. Действително бързодействието при гасене на дъгата във вакуум е съпроводено с по-високи пренапрежения. В същото време възстановяването на диалектричната якост във вакуумна среда е няколко стотин пъти по-бързо от това при другите газови среди.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Александров А. Електрически аппарати и машини. С. Техника.2006

[2] Chen B. Intelligent vacuum circuit breaker CN20121229666. ELECTRICAL CO LTD. 2000.

[3] Евдокунин Г.А., Тилер Г. Современная вакуумная коммутационная техника для сетей среднего напряжения. С. Петербург: Издательство Сизова М.П., 2002.

[4] Аметистов Е.И. Основы современной энергетики. М. Изд. МЭИ.2004.

[5] Кравченко А., Метельский В. Элегазовые выключатели нагрузки зарубежных производителей. Электрик. 2012. №7–8.

[6] Секулов Л., Г. Павлов, Г. Чернева, Я. Исаев. Възможности за изследване на дъгогасителните процеси в автоматични прекъсвачи при лабораторни условия. XXI Международна научна конференция Транспорт 2013, 10-13.X. 2013, сп. Механика, транспорт, комуникации, ISSN 1312-3823, бр.11/3, 2013, стр.X50-X55

RESEARCH OF ARC-STILLING PROCESSES OF DC IN GAS ENVIRONMENT IN LABORATORY CONDITIONS

Galina Cherneva
cherneva@vtu.bg

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

Key words*: arc-stilling processes, transient processes, gas environments*

Abstract: *In this paper are presented the results of research the arc-stilling processes of DC in different gas environments. The study was done on a laboratory bench, designed and created by a team of lecturers and students at the Todor Kableshkov University of Transport.*