

РЕМОНТ И МОДЕРНИЗАЦИЯ НА ВИСОКОВОЛТОВА ИЗПИТВАТЕЛНА УРЕДБА 50kV - 50Hz

Ирена Божичкова, Мартин Златков, Петко Костадинов, Здравко Бакалов
milenum_26@abv.bg, dj_marti79@mail.bg, petko__kostadinov@abv.bg

**ВТУ „ТодорКаблешков”, София, 1574, ул. "Гео Милев" 158
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** ТВН, техника на високите напрежения, лаборатория, изпитвателна високоволтова уредба, трекингоустойчивост, пропълзващ ток, пробив, изолация, изолатор, импулсин генератор, искроустойчивост, дъгоустойчивост.*

***Резюме:** В доклада са разгледани повредите и отказите при конкретна високоволтова изпитвателна уредба 50kV/50Hz. Описани са начините за тяхното локализиране. Показани са методите за тяхното отстраняване и възстановяване на работоспособността на съоръжението. Профилактиката, която трябва да бъде направена е свързана с демонтирането на старите и повредени измервателни прибори. Монтирането на нови прибори се обуславя от подбора на подходящи такива, точното им калибриране и съвместна работа с подходяща електрическа схема. Дадена е интегралната добавена схема, към прибора за измерване на ток.*

Увод.

В учебната програма на факултетите, които изучават енергетика задължително присъства предмета „Техника на високите напрежения“. Това налага необходимостта от онагледяване на някои от процесите, които протичат по време на работа на високоволтовите съоръжения. Тези процеси биха могли да бъдат пресъздадени частично в учебна лаборатория с помощта на специална апаратура. Високоволтовите изпитвателни уредби са неразделна част от оборудването на една съвременна лаборатория по „Техника на високите напрежения“.

Тъй като и други висши учебни заведения използват в лабораториите си по ТВН същия модел високоволтова уредба вероятно информацията в доклада ще бъде полезна при профилактика и ремонт.

Сигурната и безопасна работа на изпитвателната уредба е свързана с нейното качествено заземяване и зануляване. С цел безопасност на обслужващия персонал е задължителна сигурната работа на крайния изключвател на вратата на клетката. Той служи за надеждно прекъсване на оперативните вериги и изключване на високоволтовата уредба в случай на грешна манипулация от страна на наблюдаващите и работещите с нея. Направено е предложение за поставяне на допълнителна дублираща защита на клетката (датчик за движение) в случай на намеса на човешки фактор по време а работа с уредбата.

1. Мерки за безопасност

Безопасната работа на изпитвателната уредба е свързана с нейното качествено заземяване, зануляване и защита от неправилни манипулации.

1.1. Заземяването [3] се извършва чрез сигурна връзка на уредбата към заземителен кол [4] посредством проводник или поцинкована шина [2].

1.2. Зануляването се осъществява през щепселната връзка на захранващия кабел, но непрекъсваема връзка с кабел не би била излишна [2].

1.3. Металната клетка и поставките (фиг. 1) на високоволтовите изолятори също трябва да имат сигурна връзка (фиг. 2) с високоволтовата уредба.



фиг. 1 Поставка на високоволтовите изолятори



фиг. 2 Връзка на клетката с уредбата

Целта е да бъдат уеднаквени потенциалите между всичките елементи на уредбата, като същевременно бъдат приведени към „0“. Уредбата се явява център на свързване на всички елементи, което е необходимо защото операторът се намира точно там.

1.4. Вратата на клетката трябва да има монтиран и сигурно работещ краен изключвател (Шау-Бау) [1] (фиг. 3), който позволява работа на уредбата само при затворена врата. При неволно или погрешно отваряне на вратата на клетката уредбата спира да работи, като при последващо затваряне на вратата уредбата не може да бъде пусната, а е необходимо (рестартиране) връщане на регулаторите до нула и започване на експеримента от начало.



фиг. 3 Краен изключвател Шау-Бау

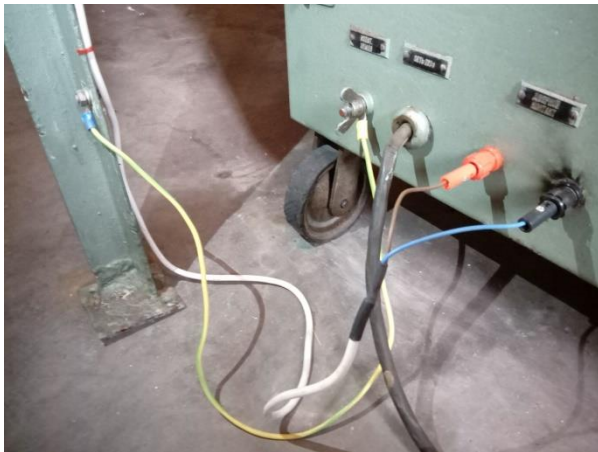
2. Възстановяване работоспособността на уредбата

Изпитвателната уредба 50kV/50Hz е произведена преди повече от 40 години. Съвременните съоръжения от този тип са с подобна конструкция и не биха могли да бъдат заменени от електронни такива поради спецификата на високото напрежение с което оперират. Поради тази причина възстановяването на уредбата е рентабилно. Следва списък с възникналите повреди и откази по време на възстановяването.

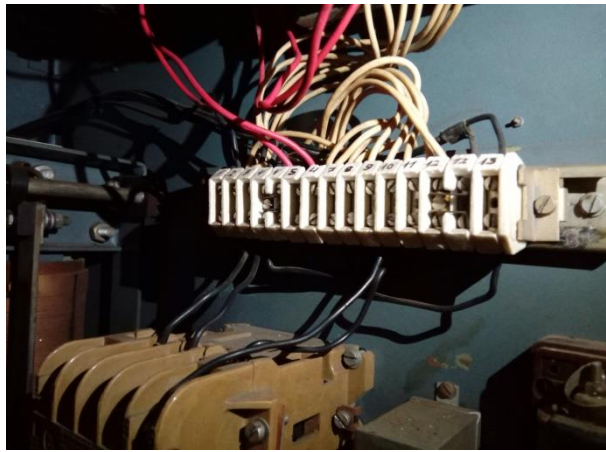
2.1. Лоша връзка между елементите – ръжда на болтовите съединения и кабелните обувки (описани в т.1) (фиг. 2). Местата на контакт са почистени и е осигурена втора дублираща връзка между клетката и корпуса на високоволтовата уредба (фиг. 4) (жълтият кабел). Липса на добра връзка от към нулевата страна на високото изпитвателно напрежение кара високата страна да потърси друг път за затаваряне на веригата към земя (т.2.2.).

2.2. Пробив през изключвателя на вратата на клетката (фиг. 3) и едновременно с това през изолационната част на банан-щекера за присъединяването му (фиг. 4). Самото място на пробивът все още е очернено и личи (при черния банан-щекер). При пробив е възможна метализация на изолационната повърхност. В следствие е много по вероятно да се получи нов пробив, поради което банан щекерите (фиг. 4) и изключвателя (фиг. 3) са подменени с нови.

2.3. Пробив в клеморедата между две съседни керамични клеми (фиг. 5). Повърхността на керамичната плочка също беше метализирана за което може да има вина и влагата в помещението. При оглед на керамичната повърхност се оказва, че притежава проводящ слой между кл.№5 и кл.№6. Клемата бе заменена с нова (фиг. 5).



фиг. 4 Дубрираща връзка

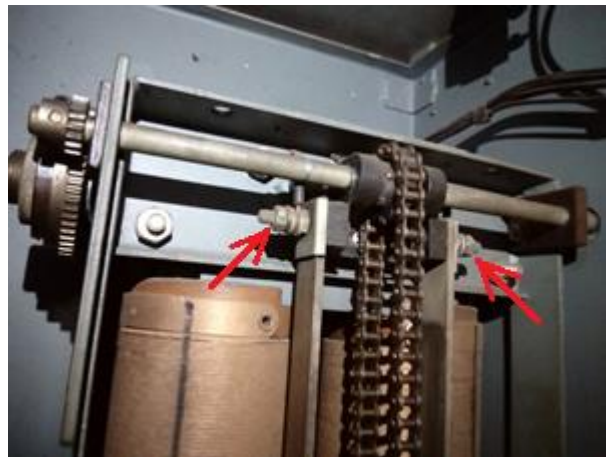


фиг. 5 Керамичен клеморед

2.4. Нов отказ на уредбата породи съмнения за междунавивково късо съединение в намотките на трансформатора за високо напрежение (фиг. 6). Симптомът е задействане на максималнотоковата защита още при 20% от изпитвателното напрежение. Последва проверка за наличие на трансформаторно масло (фиг. 6) [6]. Малко преди започване на демонтаж и разглабяне за ремонт на високоволтовият трансформатор бе открита хлабава връзка на болтовите съединения на регулировъчния автотрансформатор (фиг. 7).



фиг. 3 Трансформатора за високо напрежение



фиг. 2 болтовите съединения на регулировъчния автотрансформатор

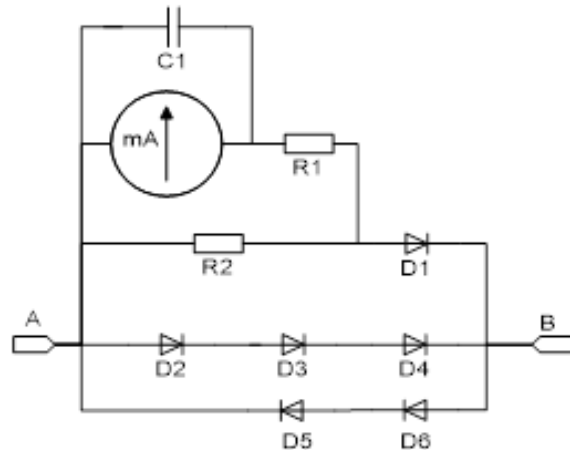
2.5. Монтиране на нов стрелкови измервателен уред функциониращ като волтметър с подходяща големина, така че да пасне във фабричния отвор (фиг. 8) [5]. Извършено бе пренаписване на скалата му за правилното тариране в „kV“. Бе вграден и еднополупериоден изправител, тъй като подаваното от уредбата напрежение е променливо с номинална стойност – 100V.

2.6. Монтиране на същият стрелкови измервателен уред [5] функциониращ като амперметър. Извършено бе пренаписване на скалата му за правилното тариране в „mA“. Бе вградена специална изправителна схема (фиг. 9 и фиг. 10) за измерване на ток с номинална стойност - 16A.

Поради спецификата на работа на уредбата, по време на изпитания при пробив, тока през амперметъра нараства няколкократно над номиналния преди да изключи



фиг. 6 схема за измерване на ток



фиг 5 Изправителна схема за измерване на ток

защитната апаратура. Затова е необходимо измервателния амперметър да издържа поне десетократно претоварване по ток, но това да не влияе на неговата точност при следващи измервания. Проблемата е решен със схема показана на фиг. 10. Чрез диода D1 е реализиран еднопупериоден изправител, който захранва шунтовия резистор R2, токоограничаващия резистор R1, филтриращия кондензатор C1 и измервателния милиамперметър. Шунтовия резистор R2 е избран така, че при максимален работен ток пада на напрежение върху него да бъде 0,6 волта, а токоограничаващия резистор R1 да пропуска такъв ток че стрелката на измервателния милиамперметър да показва максимална стойност. При двукратно превишаване на максималния ток, сумарния пад на напрежение върху шунта R2 и диода D1 достига стойност съизмерима с напрежението на отпушване на групата от диоди D2, D3 и D4, което възпрепятства по нататъшното уверичаване на пада на напрежение върху шунта и съответно на тока през измервателния милиамперметър. През диодите D4 и D5 преминава обратната полуwave на измервания ток, като наличието на два последователно свързани диода е с цел да бъде намалена асиметрията на пада на напрежение в изправителната схема.

3. Предстоящи действия

Тъй като предстои ремонт на лабораторията по ТВН следва още да бъде направено:

- 3.1. Присъединяване с твърда връзка към „нулата“.
- 3.2. Присъединяване с твърда връзка към „земя“.
- 3.3. Монтиране на допълнителен датчик за движение в района на клетката с цел невъзможната работа на уредбата при наличие на човек вътре.
- 3.4. Обновяване на самата клетка.
- 3.5. Монтиране на секретна ключалка, без чийто ключ високоволтовата уредба не може да работи.
- 3.6. Монтиране на силна червена сигнална лампа, която свети постоянно докато работи уредбата. Целта е операторът и наблюдаващите да са наясно че уредбата е включена и да изострят вниманието си.

Изводи:

След отстраняване на последната повреда последва обновяване и калибриране на измервателните прибори. Сега вече лабораторията по „ТВН“ притежава работеща и реновирана променливотоковата високоволтова изпитвателна уредба 50kV/50Hz.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] <http://tpetrov.com/search.php?prod=%D0%9A%D0%BB%D1%8E%D1%87+701+%D0%A8%D0%90%D0%A3-%D0%91%D0%90%D0%A3>
- [2] <https://forum.napraisam.bg/viewtopic.php?t=655>
- [3] <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D1%8F%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5>
- [4] <http://tireengineering.com/?act=content&rec=34>
- [5] <http://radimex.eu/vsd96-0-500-v-ac>
- [6] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%BE ;.

REPAIR AND MODERNIZATION OF HIGH VOLTAGE TESTING UNIT 50kV - 50Hz

Irena Bozhichkova, Martin Zlatkov, Petko Kostadinov, Zdravko Bakalov
milenum_26@abv.bg, dj_marti79@mail.bg, petko__kostadinov@abv.bg

**Todor Kableshkov University of Transport, Sofia, 1574, str. "Geo Milev" 158,
BULGARIA**

***Key words:** High voltage equipment, laboratory, test high voltage system, trekking resistance, cracking current, breakthrough, insulation, insulator, impulse generator, spark resistance, rainbow resistance.*

***Abstract:** The subject "High Voltage Technique" is mandatory in the curriculum of faculties studying energy. This necessitates the need to illustrate some of the processes during the operation of high voltage equipment. These processes could be recreated in part in a training laboratory using special equipment. High-voltage test equipment is an integral part of the equipment of a state-of-the-art high-voltage laboratory.*

The report examines failures and failures in a particular 50kV / 50Hz high voltage test system. Described are ways of locating them. The methods for their removal and restoration of the facility's performance are shown. The prophylaxis to be done is related to the dismantling of old and damaged measuring devices. The fitting of new instruments is based on the selection of suitable ones, their precise calibration and working together with a suitable electrical circuit. The actual scheme of the system as well as the integrated circuit is given to the corresponding measuring instrument.

Safe operation of the test system is related to its qualitative grounding and zeroing. For the safety of service personnel, secure operation of the cage door limit switch is required. It serves to reliably disconnect the operating circuits and shut down the high voltage system in the event of improper manipulation by monitors and users. A proposal has been made to provide additional duplicate cell protection (motion sensor) in the event of human factor interference while operating the system.