

## **СПЕЦИФИЧНИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕ НА ПУЛТ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ВИСОКОВОЛТОВИ ИЗПИТВАТЕЛНИ УРЕДБИ**

**Ирена Божичкова, Мартин Златков**  
[milenium\\_26@abv.bg](mailto:milenium_26@abv.bg) [dj\\_marti79@mail.bg](mailto:dj_marti79@mail.bg)

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”  
гр. София, ул. „Гео Милев” 158  
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** полимерен изолатор, електроизолационни материали, контактна мрежа, техника на високите напрежения, пропълзващ ток, трекингоустойчивост, електрическо поле, изолация, токопроводящи, електропроводими, интензитет на полето, пробивна напрегнатост, разстояние между сферите, дъгоустойчивост.

**Резюме:** Всяка специалност във Висшите учебни заведения, която е свързана с електроенергетика, задължително изучава предмета „Техника на високите напрежения“. За качествено обучение на студентите е необходимо наличието на добре оборудвана лаборатория за високоволтови изпитвания. Целта е обучаемите да се запознаят нагледно с процесите, които протичат във високоволтовите апарати и оборудване по време на работните и аварийните режими. Във ВТУ Тодор Каблешков вече има такава изградена високоволтова лаборатория. Предната част на залата е обособена като лекционна, в която има чинове, дъска и малка мултимедия. Задната част на залата е обособена, като лабораторна, в която има изпитвателно поле оградено с решетка за безопасност на обучаемите. На разположение са две изпитвателни уредби, спомагателно оборудване и изпитвателни образци.

Има идея към изпитвателното поле да бъде конструирано допълнително оборудване, с което да се автоматизират някои процеси. Така ще се улесни и ускори провеждането на високоволтовите изпитвания и снемането на данни и характеристики. Един апарат от допълнителното оборудване е пулт за управление, с който да се осъществяват регулиране, контрол и мониторинг по време на изпитването.

В доклада е разгледан процеса по изграждане и инсталиране на пулта за управление на оборудването в изпитвателното поле на високоволтовата лаборатория. Обърнато е внимание на специфичните особености при изграждане на такъв тип високоволтова апаратура.

### **УВОД**

Познаването качествата на газообразните електроизолационни материали е от съществено значение при проектиране на електрически съоръжения. Добрата координация на изолацията може значително да увеличи мощността и намали габаритите на електроапаратурата [1][2][3].

Изследвания на разряд във въздух с високо променливо напрежение при различна конфигурация на електродите се извършват с изпитвателна уредба за високо променливо напрежение. Ако се създаде възможност за дистанционно регулиране на разстоянието между електродите на искровата междина от пулта за управление, ще се улеснят и ускорят провеждането на високоволтовите изпитвания и снемането на данни и характеристики. За тази цел е необходимо да се проектират и изградят допълнителни апарати и оборудване към високоволтовото изпитвателно поле, а именно:

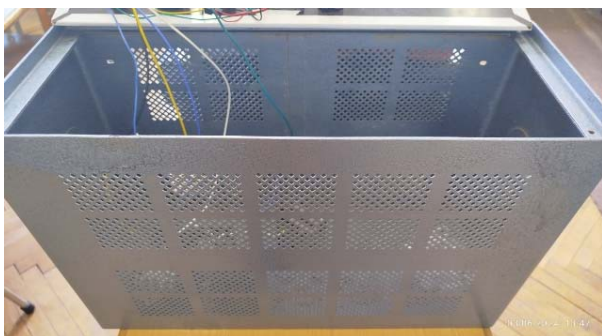
- универсален стенд за високоволтови изпитвания с регулируемо разстояние между електродите. На стенда да има устройство за дистанционно отчитане на разстоянието между електродите;
- пулт, който да управлява разстоянието между електродите на универсалния стенд, да пуска и спира високоволтовите изпитвателни уредби и да има уреди за отчитане на измерените стойности.

## 1. ОСОБЕНОСТИ НА ВИСОКОВОЛТОВИТЕ СИСТЕМИ

Основната специфика на изпитвателните уредби за високо напрежение е, че предизвикват високоволтов разряд между два електрода. За избягване на смущаващото действие на високоволтовия импулс, електрообзавеждането ще бъде поместено в метална кутия с цел екраниране (фиг. 1).

Пулта има няколко основни функции:

- пускане и спиране на три изпитвателни уредби;
- управление на електрозадвижването за приближаване и отдалечаване на електродите (фиг. 2);
- индициране на работното им състояние с индикаторни и сигнални лампи с различни цветове;
- регулиране напрежението на уредбата за високо постоянно напрежение, чрез автотрансформатор;
- отчитане на нивото на напрежението след автотрансформатора;
- ограничен достъп до стартиране на уредбите чрез секретен ключ;
- преустановяване на захранването чрез блокировка на вратата на клетката;
- аварийен стоп-бутон (гъба) [4][5].



Фиг. 1. Метална кутия на пулта за управление на високоволтовите уредби.

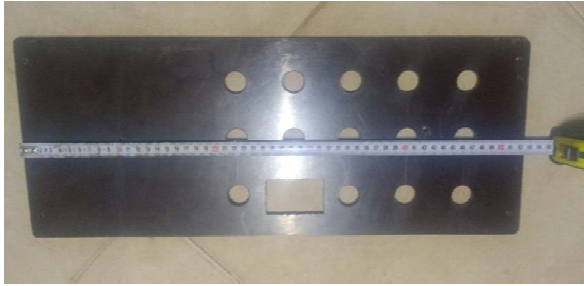


Фиг. 2. Електрозадвижване за приближаване и отдалечаване на електродите

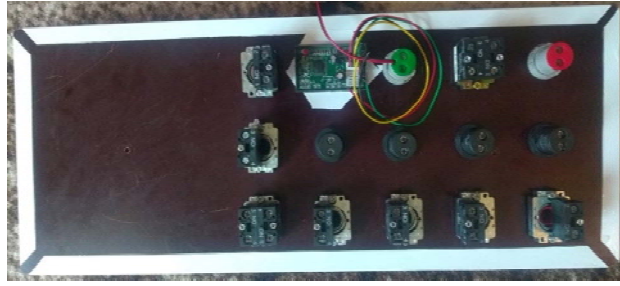
## 2. РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА БУТОНИТЕ ВЪРХУ ПРЕДНИЯ ПАНЕЛ

Управляващите ключове и бутони са разположени върху предния панел на пулта. Материалът е гетинакс с дебелина 6 mm, в който са направени отвори за (фиг. 3) с кръгла и правоъгълна форма според използваните прибори (фиг. 4).

Предния панел е покрит със залепващо фолио върху което са отпечатани надписи за различните функции.



Фиг. 3. Отвори в предния панел на пулта за управление на уредбите

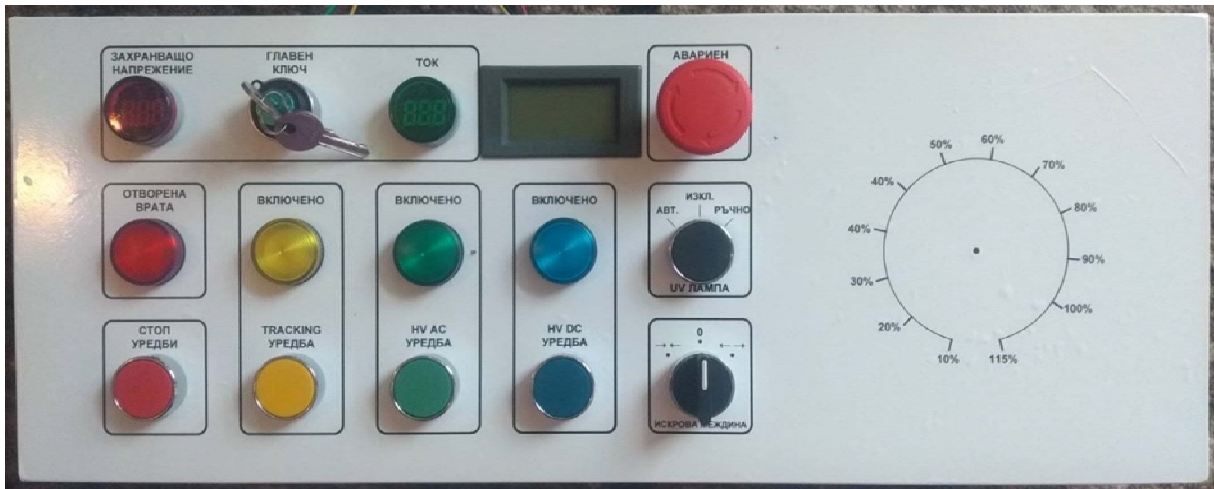


Фиг. 4. Инсталирани прибори върху предния панел на пулта за управление на уредбите

Най отгоре са подредени:

- волтметърна лампа;
- секретен ключ;
- амперметърна лампа;
- дисплей за напрежението на автотрансформатора.
- аварийен стоп бутон (гъба);

Бутоните за включване са подредени на долния ред хоризонтално, като над всеки има цветна индикаторна лампа, която показва включено състояние. Червения бутон спира всички уредби, а червената индикаторна лампа сигнализира за отворена врата на ограждението или натиснат „стоп бутон“. Отстоянието между всички управляващи, индициращи и визуализиращи апарати е еднакво – 60 mm, за естетика и улеснение при управлението (фиг. 5).



Фиг. 5. Фолио с надписи върху предния панел на пулта за управление на уредбите. Волтметърна лампа, секретен ключ, амперметърна лампа, дисплей за напрежението на автотрансформатора, аварийен стоп бутон. Цветни индикаторни лампи с бутони под тях.

### 3. ВХОДНО-ИЗХОДНИ ЛИНИИ

На гърба на металната кутия са предвидени осем щуцера за входно-изходните кабелни линии:

- входящата линия е една – захранващата, която идва от ел.таблото;
- изпитвателна уредба за високо променливо напрежение;
- изпитвателна уредба за високо постоянно напрежение;
- изпитвателна уредба за изпитване на трекингоустойчивост;
- управление на електрозадвижването за приближаване и отдалечаване на електродите (фиг. 2);

- пускане и спиране на UV лампа за уеднаквяване на напрегнатостта пред електродите (намира се под тях) [6][7].

- изходящ кабел за управление на електрическата брава, която заключва вратата на изпитателното поле, докато работят уредбите;

- входящ кабел от крайния изключвател на вратата на огаждението (фиг. 6).



Фиг. 6. Краен изключвател на вратата на изпитателното поле

#### 4. КОНТРОЛИРАН ДОСТЪП, ОБЕЗОПАСЯВАНЕ И СИГУРНОСТ НА УРЕДБИТЕ

За безопасността на обучаемите и работещите с уредбите, високоволтовото изпитвателно поле е оградено с метална решетка, която ограничава достъпът и служи за екраниране. Вратата на ограждението има краен изключвател (фиг. 6), който при отваряне прекратява работата на високоволтовите уредби.

Конструкцията на изпитвателната уредба за високо постоянно напрежение е генератор на Уолтън – Кокрофт [10]. Схемата представлява каскаден умножител на напрежение, който съдържа множество кондензатори. Те остават заредени с високо напрежение доста дълго време дори и след изключване на захранването, което е предпоставка за инцидент по време на манипулациите. Проблемът е решен като е поставена електрическа брава (фиг. 7) [11], която не разрешава отваряне на вратата на клетката няколко минути след изключване захранването на уредба за високо постоянно напрежение.



Фиг. 7. Краен изключвател на вратата на изпитателното поле

#### 5. ИНДИКАЦИЯ И СИГНАЛИЗАЦИЯ

Включеното състояние на дадена уредба се сигнализира с индикаторна лампа с определен цвят. Светлина със същия цвят светва и на сигналната колона (фиг. 8) [8][9], която е монтирана върху оградата на единия ъгъл на ограждението на изпитвателното поле. Цветовете на светлините за сигнализация са избрани както следва:

- синя светлина - изпитвателна уредба за високо постоянно напрежение 9,4kV (заедно с регулировъчния автотрансформатор);

- зелена светлина - изпитвателна уредба за високо променливо напрежение 50kV/50Hz (самата уредба също е боядисана в зелен цвят). Тя притежава собствени прибори за измерване на ток и напрежение.

- жълта светлина - е изводът, предвиден за захранване на уредбата за „трекинг“;

- червена светлина - свети, когато е натиснат аварийния стоп бутон или е отворена вратата на ограждението [6][7];



Фиг. 8. Сигнална колона

- бяла светлина - свети, когато подадено захранване от секретния ключ.  
Налична е и звукова сигнализация, която предупреждава при включване на някоя от уредбите.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Гроздева М., Електротехнически материали, Нови знания 2004г. ISBN 954-9315-21-5
- [2] Митов, Б., Електротехнически материали, С., Техника, 1973.
- [3] Петков, А., Електроматериалознание, С., Техника, 1991.
- [4] <https://vikiwat.com/butoniera-1-gv2k031-30a-600v>
- [5] <https://www.engineering-review.bg/bg/avariyni-prekasvachi/2/4454/>
- [6] [https://bg.wikipedia.org/wiki/Живачна\\_лампа](https://bg.wikipedia.org/wiki/Живачна_лампа)
- [7] <https://blog.fibank.bg/кварцова-лампа-като-слънце.html>
- [8] <https://bg.elmarkstore.eu/сигнална-колона-lta205-3-12v-ч-ж-з-product24254>
- [9] <https://vikiwat.com/signalna-kolona-sas-sirena-lta205-3j-230v-230-vac-11-w-cherven-zhalt-zelen-tsvyat>
- [10] [https://bg.wikipedia.org/wiki/Джон\\_Кокрофт](https://bg.wikipedia.org/wiki/Джон_Кокрофт)
- [11] <https://www.emag.bg/12v-elektricheska-brava-arduino-clone-cl445/pd/DKRBQQBBM/>

## SPECIFIC FEATURES WHEN BUILDING A CONTROL PANEL FOR HIGH VOLTAGE TEST EQUIPMENT

**Irena Bozhichkova, Martin Zlatkov**  
[milenium\\_26@abv.bg](mailto:milenium_26@abv.bg) [dj\\_marti79@mail.bg](mailto:dj_marti79@mail.bg)

**Todor Kableshkov University of Transport**  
**Sofia, 158 Geo Milev Str.**  
**THE REPUBLIC OF BULGARIA**

**Key words:** *polymer insulator, electrical insulating materials, catenary, high voltage technique, creeping current, tracking resistance, electric field, insulation, conductive, electrically conductive, field intensity, breakdown voltage, distance between spheres, sphere gaps, arc resistance.*

**Abstract:** *Every specialty in Higher Education Institutions, which is related to power engineering, must study the subject "High Voltage Technology". A well-equipped laboratory for high-voltage tests is necessary for the quality training of students. The goal is for students to become familiar with the processes that take place in high-voltage devices and equipment during their working and emergency modes. At High University of Transport „Todor Kableshkov“ already has such a built high-voltage laboratory. The front part of the hall is designated as a lecture hall, which has desks, a blackboard and a small multimedia. The rear part of the hall is set aside as a laboratory, in which there is a test field with a grid fence for the safety of the trainees. Two test rigs, auxiliary equipment and test specimens are available.*

*There is an idea to construct additional equipment to the test field to automate some processes. This will facilitate and accelerate the conduct of high-voltage tests and the recording of data and characteristics. One device from the additional equipment is a control panel for adjustment, control and monitoring during the test.*

*The report examines the process of building and installing the control panel of the equipment in the test field of the high-voltage laboratory. Attention has been paid to the specific features when building this type of high-voltage equipment.*