**STRESZCZENIE**

Prezentowana monografia jest opracowaniem z zakresu aparatury rozdzielczej i sterowniczej, stosowanej w elektroenergetycznych sieciach średnich napięć. Na przykładzie rozłączników napowietrznych o konstrukcji otwartej i zamkniętej zostały przedstawione etapy powstawnia i eksploatacji łączników SN obejmujące:

* opracowanie koncepcji,
* zastosowanie znormalizowanej terminologii i danych znamionowych,
* analizę warunków eksploatacji,
* analizę obecnych rozwiązań konstrukcyjnych łączników, napędów i sterowników,
* opracowanie wytycznych do projektowania z uwzględnieniem przewidywanych obciążeń i narażeń napięciowych, prądowych, cieplnych i mechanicznych,
* zaprojektowanie i wykonanie prototypów,
* opracowanie programów badawczych konstrukcyjnych i badań typu,
* wdrożenie do produkcji,
* przykłady kompletacji i instalacji łączników w sieciach,
* eksploatację i diagnostykę.

Monografia zawiera przykłady wszystkich wymienionych etapów prac nad łącznikami, napędami i sterownikami. Podane zostały przykłady opracowań projektowych punktów rozłącznikowych i ich praktyczne realizacje w sieciach napowietrznych SN. Do wielu prób i badań załączono wyniki pomiarów i rejestracje graficzne przebiegów łączeniowych.

 Autor zaproponował nowy, rozszerzony podział łączników i napędów, w oparciu prowadzone prace w tym zakresie i wcześniejsze opracowania. Przedstawił również kinematyczne i dynamiczne układy występujące w biegunach rozłączników o konstrukcji otwartej i zamkniętej. Szczególną uwagę zwrócił na konstrukcje zestyków, stosowane materiały stykowe i występujące zjawisko korozji elektrochemicznej. Był kierownikiem merytorycznym zadań badawczych, autorem programów badawczych, twórcą rozwiązań koncepcjnych i współautorem konstrukcji.

Przedstawione w monografii prace obejmujące opracowanie i próby trójbiegunowych rozłączników napowietrznych o konstrukcji zamkniętej z zastosowaniem komór próżniowych mogą stanowić podstawę do opracowania uniwersalnego aparatu łączeniowego.

Różnorodność aparatów, urządzeń i przewodów stosowanych w sieciach zasilających, dystrybucyjnych i odbiorczych przyczynia się do powstawania złożonych obwodów łączeniowych R, L, C. Taka sieć wymaga stosowania odpowiednich urządzeń rozdzielczych i sterowniczych, zdolnych do poprawnego, wielokrotnego konfigurowania sieci w różnych, zmiennych obwodach. Aparaty łączeniowe o cechach i zdolnościach łączeniowych rozłączników, wyłączników i rekloserów pozwolą na łączenie wszystkich występujących w sieci obwodów, w warunkach pracy normalnej i zakłóceniowej. Warunkiem opracowania nowego urządzenia spełniającego wymagania stawiane łącznikom będzie uzyskanie poprawnej zdolności łączeniowej we wszystkich obwodach badawczych przedstawionych w normach technicznych obejmujących postanowienia wspólne dla aparatury rozdzielczej i sterowniczej [83] oraz w normach przedmiotowych dotyczących rozłączników [78], wyłączników i rekloserów.

Podstawowymi technicznymi warunkami prowadzenia prac konstrukcyjno-badawczych nad uniwersalnymi aparatami łączeniowymi będą:

* dobór i zastosowanie wysokiej jakości komór próżniowych cechujących się odpowiednimi parametrami izolacyjności, zdolności łączeniowej, trwałości mechanicznej i stabilnym poziomem próżni rzędu 10-5 Pa,
* opracowanie i zastosowanie zespolonego napędu elektromechanicznego lub elektromagnesowego z mechanizmem przełączania umożliwiającego uzyskanie całkowitego czasu rozłączania lub załączania poniżej 0,5 sekundy, czasu własnego od 20 do 100 ms, czasu łukowego nieprzekraczającego 5 ms w cyklach C – O, sił docisku styków o wartości powyżej 1000 N, przesunięć czasowych międzyfazowych o wartości poniżej 1 ms, rezystancji zestykowej o wartości poniżej 50µΩ,
* zaprojektowanie niezawodnego układu zasilania napędu z zastosowaniem akumulatorów i superkondensatorów, sterowanego i nadzorowanego przez moduł elektroniczny.

Rozłączniki o konstrukcji zamkniętej przeznaczone do dalszych prac powinny się charakteryzować następującymi cechami:

* zdolnością łączeniową w obwodach badawczych:

- małej indukcyjności TDload,

- sieci pierścieniowej TDloop,

- ładowania kabli TDcc,

- ładowania linii TDlc,

- zwarcia doziemnego TDef1,

- ładowania linii i kabli w warunkach zwarcia doziemnego TDef2,

- załączania na zwarcie TDma,

* dużą wytrzymałością zwarciową 1- sekundową lub 3- sekundową,
* wysoką trwałością mechaniczną.

Dalsze próby łączeniowe powinny obejmować obwody badawcze podane w normach dotyczących wyłączników i rekloserów [79, 85], obejmujące:

* próby załączania i wyłączania prądu zwarciowego Isc w szeregach badawczych T100, T60, T30 lub T10,
* próby w automatycznym cyklu przestawieniowym O – t – CO – t’ – CO – t” – C w szeregach T100, T50, lub T20.

Pozytywne wyniki w tak szerokim zakresie badań zdolności łączeniowych mogą być początkiem rozwoju prac konstrukcyjno - badawczych nad uniwersalnym aparatem łączeniowym przeznaczonym do wszystkich obwodów sieci SN. Prace te mogą przyczynić się do zmian w normalizacji ISO–EN obejmujących postanowienia wspólne dla aparatury rozdzielczej i sterowniczej oraz aparaty łączeniowe, takie jak: rozłączniki, wyłączniki i reklosery.

# Summary

The presented monograph is a study in the field of switchgear and controlgear used in medium voltage power distribution networks. On the example of open and closed overhead switch disconnectors, the following stages of creation and exploitation of MV switches are presented:

* concept development,
* use of standarised terminology and ratings,
* analysis of the operating conditions,
* analysis of current design of switches, drives and controllers,
* development of design guidelines taking into account predicted loads and voltage, current, thermal and mechanical stress,
* design and manufacture of prototypes,
* development of construction research projects and type testing,
* implementation into produktion,
* examples of assembling and installation of switches in networks,
* operation and diagnostics.

The monograph contains examples of all of the above-mentioned stages of work on switches, drives and controllers. There have given examples of design studies of disconnecting points and their practical implementation in MV overhead networks. Plenty of trials and research are accompanied by the results of measurements and the graphical recording of the switching processes.

The author has suggested a new, extended division of switches and drives, which is based on the research in the field and previous studies. He has also presented kinematic and dynamic systems occurring in the poles of open and closed switch disconnectors. He paid extra attention to the construction of contacts, used contact material and the phenomenon of electrochemical corrosion. He was a technical research manager, author of research projects, creator of conceptual solutions and a co-author of constructions.

The works presented in the monograph, including the development and testing of three-pole closed overhead switch disconnectors with the use of vacuum chambers, may be the basis for the development of a uniwersal switching device.

The variety of apparatus, devices and conductors used in the supply networks, distribution networks and consumer networks contributes to the formation of complex switching circuitc R, L, C. Such a network requires the use of appropriate distribution and controlling devices, which are capable of multiple proper configuration of networks in different, variable circuits. Switching devices with the characteristics and capabilities of switch disconnectors, circuit-breakers and reclosers will enable the connection of evry possible circuit in a given network under normal and disturbed operating conditions. The prerequisite to develop a new device meeting the requirements for switches will be to obtain proper switching capacity in all of the test circuits in the technical standards common for both switchgear and controllers [83] and in the standard specification for load switches [78], circuit-breakers and reclosers.

The basic technical conditions for carrying out construction and research works on universal switching devices will be:

* selection and application of high-quality vacuum chambers with appropriate insulation parameters, switching capacity, mechanical endurance and stable vacuum level of 10-5 Pa,
* development and use of combined electromechanical or electromagnetic drive with s switching mechanism to provide a total interrupt or switching time of less than 0,5 seconds, opening time between 20 ms to 100 ms, an arc time of not more than 5 ms in cykles C – O; contact clamping forces of more than 1000 N; phase to phase time offsets of less than 1 ms; a contact resistance of less than 50 µΩ,
* design of a reliable drive power supply system using batteries and super capacitors, controlled and supervised by an electronic module.

Closed switch disconnectors intended for further work should have the following characteristics:

* switching capacity in research circuits:

-mainly active load current TDload,

-closed-loop distribution circuit current TDloop,

-cable-charging current TDcc,

-line-charging current TDlc,

-earth fault current TDef1,

-cabla and line-charging current under earth faults TDef2,

-short-circuit making current TDma,

* 1-second or 3-second short-time withstand currents tests,
* high mechanical endurance.

 Further switching tests shall include test circuits specified in standarts for switches and reclosers [79, 85] including:

* tests to switch on and off Isc short-circuit current in T100, T60, T30 or T10 test series,
* tests in an automatic operational cycle O – t – CO – t – t’ – CO – t’ – C in series T100, T50 or T20.

 Positive results in such a wide range of switching capacity tests may be the beginning of the development of construction and reaserch work on a universal switching device designed for all MV network circuits. This work may contribute to changes in ISO – EN standardisation covering provisions common to switchgear and controlgear as well as switchgear devices such as switches, circuit - breakers and reclosers.