

## 1. Wstęp

Praca niniejsza podjęta została z inicjatywy Instytutu Łączności który też udzielił daleko idącej pomocy przy późniejszych pomiarach opracowywanych modeli. Pracę rozpoczęto w styczniu b.r i zakończone w grudniu r.b opracowaniem dwu wersji odgromnika o zwiększonej wytrzymałości prądowej. Odgromnik I wersji wykonano przy zastosowaniu dotychczasowej technologii w wersji drugiej zastosowano zupełnie nową technologię i konstrukcję.

W związku z tym odgromnik wersji pierwszej wejdzie w 66 r. jako pierwszy do produkcji choć nie spełnia on wszystkich wymagań odbiorcy, a po okresie potrzebnym na wykonanie niezbędnych urządzeń zostanie zastąpiony odgromnikiem wersji II-ej, całkowicie odpowiadającym wymaganiom stawianym przez odbiorcę.

## 2. Budowa i zasada działania odgromników typu OG

Odgromnik gazowany przedstawia sobą dwu elektrodową lampę napełnioną gazem szlachetnym /Ar, Ne lub Xe/.

Bańkę odgromnika wykonuje się zazwyczaj ze szkła sodowego, prądowe przepusty przez szkło z drutu FeNiCu-ma o średnicy 0,5 mm, elektrody robocze z aluminium /mają one kształt mniej lub bardziej płaskich tarcz/. Odległość między płaszczyznami czołowymi elektrod wynosi ok. 1-2 mm, ciśnienie gazu od kilkunstu do kilkudziesięciu torrów.

Każdy z produkowanych typów odgromników charakteryzuje się określoną wartością napięcia zapłonu  $U_z$  oraz czasem zadziałania tj. czasem jaki upływa od chwili, gdy na elektrodach odgromnika pojawi się napięcie /większe od  $U_z$  / do chwili gdy rozwinię się wyładowanie tłące, które następnie w zależności od warunków może przejść w wyładowanie łukowe. Dla napięć mniejszych od napięcia zapłonu odgromnik przedstawia sobą bardzo wielką oporność i praktycznie jest elementem nie przewodzącym prądu.

Odgromniki stosuje się w telekomunikacji dla ochrony przed przepięciami indukowanymi w liniach telekomunikacyjnych przez wyładowania atmosferyczne i przepięciami powstałymi na skutek oddziaływań linii energetycznych, osób prowadzących rozmowy telefoniczne jak również samych urządzeń telefonicz-

nych. Odgromnik nie zabezpiecza przed skutkami bezpośredniego uderzenia pioruna w linię telefoniczną.

Odgromniki włączane są zazwyczaj pomiędzy przewód linii telefonicznej i ziemię, czasami włącza się odgromnik równoległe do linii.

Działanie ochronne odgromnika polega na rozładowaniu powstałego przepięcia do ziemi, z chwilą gdy jego wartość przekroczy wartość napięcia zapłonu. Oczywiście napięcie zapłonu odgromnika powinno być niższe od napięcia, które jest jeszcze nieszkodliwe dla danego odcinka toru, a wyższe od napięcia które występuje w linii w czasie normalnej eksploatacji.

### 3: Wymagania stawiane odgromnikom OG

Od odgromników wymaga się:

- stałości  $U$  zapłonu z określoną tolerancją po kolejnych zadziałaniach
- odpowiedniej wielokrotności zadziałania
- krótkich czasów zadziałania
- niskiego napięcia na odgromniku w czasie jego pracy
- szybkiego powrotu do stanu początkowego po zadziałaniu
- małych wymiarów
- małej wrażliwości na warunki otoczenia.

Trzeba zaznaczyć, że w jednym odgromniku na ogół bardzo trudno spełnić te wszystkie wymagania, i trudności rosną w miarę zwiększenia wymiarów gabarytowych odgromnika.

### 4. Własności dotychczasowego odgromnika

Dotychczasowy odgromnik o budowie przedstawionej na rysunku 1. Charakteryzuje się następującymi parametrami:

$U_z$	280V = ;	350V = ;	460V = ;	600V
$I_{max}$	3A	3A	3A	3A
$t_{max}$	2 sek	2 sek	2 sek	2 sek

Trwałość 3 zadział 3 zadział 3 zadział 3 zadział.

Wytrzymałość udarowa ok. 2,5-3 k przy krzywej udaru 8/24  $\mu$ sek / 8  $\mu$ sek czas nastawienia czoła fali - 24  $\mu$ sek czas przy jakim natężenie prądu spada do 1/2 wartości maksymalnej/.

5. Wymagania elektryczne stawiane nowemu odgromnikowi

Nowy odgromnik przewidziany jest jako element zabezpieczający do zastosowania zamiast bezpieczników topikowych na słupach kablowych.

Odgromnik ze względu na swoje własności może działać wielokrotnie nie powodując praktycznie po zadziałaniu przerwy w telekomunikacji, natomiast bezpiecznik topikowy, jest niszczone przy jednokrotnym zadziałaniu i następuje przerwa w telekomunikacji /konieczne jest zastąpienie zniszczonego bezpiecznika nowym/.

To specjalne zastosowanie nowych odgromników stawia specjalne, następujące wymagania odnośnie ich wytrzymałości prądowej.

Napięcie zapł.	280V = ;	350V = ;	460V = ;	600V
Prąd max	20A	20A	20A	20A
Czas trwania impulsu	1,5 sek	1,5 sek	1,5 sek	1,5 sek
Trwałość	10 zadź	10 zadź	10 zadź	10 zadź

Wytrzymałość udarowa /dla wszystkich napięć zapłenu/ 6 kA przy krzywej udaru 8/24 /usek, trwałość udarowa 10 zadziałań.

Wymiary gabarytowe dług. max 67,5 śred. max 20

6. Odgromniki o dużej wytrzymałości prądowej firm zafrancuzkich

Dostępne w kraju informacje o zagranicznych odgromnikach o dużej wytrzymałości prądowej wskazują na kilka sposobów prowadzących do osiągnięcia dużej wytrzymałości prądowej.

Jeden ze sposobów polega na znacznym powiększeniu wymiarów całego odgromnika, zwiększeniu powierzchni, podniesienia temperatury topnienia elektrod i odsunięcia tych ich części, które najbardziej się nagrzewają w czasie działania odgromnika, jak najdalej od miejsca wtopienia przepustu w szkło.

Przedstawicielem może tu być włoski odgromnik firmy RAYTHEON-ELSI, który wytrzymuje prąd 40-80 lub 120A w przeciągu 5 sek. /wg danych katalogowych.

Inny sposób polega na zastosowaniu na elektrody pasków bimetalowych, które w czasie trwającego 0,5-2,0 sek wyładowania ngrzewają się i zbliżają do siebie powodując zwarcia. Trwa ono podczas całego zakłócenia i kilka sekund po nim.

Przy silnym wyładowaniu łukowym zwarcie powstaje w ciągu ok. 0,5 sek. Po zwarciu elektrod energia wydzielająca się w odgromniku bardzo maleje /mała oporność *odgromnika*/, co zabezpiecza sam odgromnik przed zniszczeniem.

Przedstawicielem jest tu np. odgromnik typu NGC 31 firmy L.M. Ericsson o następujących danych technicznych:

- czas trwania łuku do chwili zwarcia elektrod  
2-4 sek dla 5A  
0,5-1,5 sek dla 20A
- czas rozwarcia po zakończeniu wyładowania 5-10 sek
- pęknięcie bańki następuje dla prądu 20A  
płynącego 1 minutę,
- pęknięcie bańki następuje dla 1,5 kulemba - 2000A.

Jeszcze inny sposób polega na zastosowaniu takich elektrod które jednocześnie są przepustem, i służą jako trzonek. Wykonane są one jako dwie wklęsłe tarcze zamykające dwustronnie krótki odcinek rurki szkalnej.

Typowym jest tu miniaturowy osgromnik typu "Knopf" produkcji szwajcarskiej.

Wymiary gabarytowe: średnica 8 mm  
długość 6 mm

Wytrzymałość udarowa 5 kA  
dla impulsu o kształcie 10/20 /usek  
oraz 5A prądu zwarcowego.

Ogólną tendencją w tej grupie odgromników jest powiększenie średnicy przepustów przez szkło i stosowanie na katody materiałów o dużej dopuszczalnej obciążalności termicznej.

#### 7. Metoda i zakres pracy

Wymagania przyszłego odbiercy odgromników dotyczące wymiarów gabarytowych i elektrycznych zawężają zakres możliwych rozwiązań.

Zdecydowano się w pierwszej kolejności na zwiększenie wytrzymałości prądowej produkowanego seryjnie odgromnika O

poprzez zwiększenie średnicy ich przepustów przez szkło, zwiększenie liczby do dwu z każdej strony oraz poprzez powiększenie pojemności cieplnej elektrody roboczej.

Równolegle postanowiono prowadzić pracę nad odgromnikiem o zupełnie nowej konstrukcji, w którym przepusty o dużej średnicy zdecydowano wtopić w spłaszcze wykonane na obu końcach rurki balonikowej.

Rurkę balonikową postanowiono wykonywać ze szkła w-08, przepusty z wolframu, elektrody robocze z żelaza.

Opracowanie odgromnika miniaturowego typu "knopf" nie wchodziło w rachubę z powodu braku niezbędnych urządzeń nawet do prób laboratoryjnych. Podjęte natomiast dodatkowe wstępne prace w zakresie konstrukcji i technologii odgromników o elektrodach wykonywanych z bimetalu. Doświadczenia te mają charakter rozpoznawczy i nie przewiduje się ich wykorzystania w rozwiązaniu zagadnienia objętego niniejszą pracą.

## 8. Przebieg pracy i uzyskane wyniki

### I Odgromnik wersji pierwszej

Odgromnik dotychczasowy posiada nóżkę z jednym przepustem z NiNiCu-my o średnicy 0,5 mm przy czym niklowa część doprowadnika o średnicy 1 mm jest częściowo wtopiona w nóżkę.

Dla odgromnika tego nie była do-~~ta~~d zdefiniowana wartość wytrzymałości udarowej śldlatego też prądę rozpoczęte od ich pomiarów. Pomiary przeprowadzone w Instytucie Energetyki przy udziale pracowników Instytutu Łączności. Stwierdzono, że wytrzymałość odgromników nie przekracza 3 KA i ulegają one uszkodzeniu /pęknięcie przepustu, stłuczenie bańki szklanej/ już po pierwszym wyładowaniu.

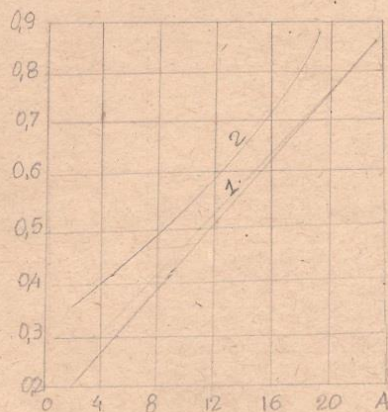
W związku z tym postanowiono wykonywać modele odgromników o przepustach z grubszego drutu. aby zmniejszyć ich oporność, a tym samym ilość wydzielającego się w nich ciepła Joula, co wpływa na zmniejszenie bezwzględnego przyrostu objętości drutu płaszczowego i zapobiegnie pękaniu przepustów.

Drugim wnioskiem, który wysunęły oględziny uszkodzonych odgromników było, że sãabym punktem konstrukcji jest miejsce złączenia drutu płaszczowego z niklowym wspornikiem elektrody-

gdyż w tym miejscu była zawsze urywana elektroda, a poza tym dodatkowe szkodliwe napięcie.

Postanowiono więc wykonywać modele z doprowadnikami w których drut płaszczowy jest równocześnie przepustem i wspornikiem elektrody.

Natomiast z analizy wykresu obciążenia prądowego dla drutu miedziopłaszczowego wynika że,



Max. wartość natężenia prądu  
1. Przepust pojedynczy odtug.  
uszcz. 5 mm.  
2. Przepust podwójny odtug.  
uszcz. 10 mm.

przepust o średnicy 0,5 mm może przewodzić ciągle prąd o natężeniu 11A, natomiast o średnicy 0,85 - 22A. A więc trzeba stosować drut o średnicy ok. 0,9 mm aby uzyskać potrzebną wytrzymałość. Ze względów jednak technologicznych /różnice współczynników szkła i drutu płaszczowego/ nie stosuje się praktycznie drutów o średnicach większych od 0,7-0,8 mm /powszechnie stosuje się druty płaszczowe do średnicy 0,5 mm/.

Wynika więc z tego konieczność stosowania w nowych odgromniku nóżek o dwu przepustach.

Z krzywej 2 wynika, że podwójny przepust z drutu o średnicy 0,5 mm może przepuścić 16A, o średnicy 0,6 - 24A, a o średnicy 0,7 - 30A.

Postanowiono więc wykonywać nóżki z przepustami o średnicy 0,7 mm.

Odpowiednio do nowej konstrukcji nóżki zmieniono też konstrukcję elektrody tak, by mogła być ona mocowana na dwu wspornikach równocześnie. Elektrode wykonywano z aluminium, stosowanego do-tąd w odgromnikach. Miała ona kształt walca

o średnicy  $\varnothing$  10 mm i długości 7 mm.

Dzięki temu zwiększyła się też około 75% pojemność cieplna elektrody w porównaniu z dotychczasową konstrukcją.

Pierwsze modele wykonane całkowicie w TRO miały nóżki z drutem płaszczowym 0,75 i 0,6. Elektrody aluminiowe posiadały w podstawie wzdłuż średnicy szczelinę, w którą wkładano oba wsporniki i zaciskano następnie na prasie w kierunku prostopadłym do płaszczyzny doprowadników. Zaobserwowano przy tym zwiększenie się długości między doprowadnikami w procesie zaciskania elektrod i powstawanie dodatkowych naprężeń rozciągających w nóżce. Odgromnik wypełniano mieszanką Ar85 + N<sub>2</sub>15%.

Dla tak wykonanych odgromników mierzono tylko wytrzymałość prądową.

Odgromniki z przepustami 0,6 mm  
wytrzymują 3.000A  
pękają przy 3.700A

Odgromniki z przepustami 0,75 mm  
wytrzymują 4.200 A  
pękają przy 4.800 A.

Następne modele wykonano przy zmienionym sposobie zaciskania elektrod - szczęki zaciskające miały kształt półkuli, co zmniejszyło w istotny sposób wielkość naprężeń w szkiele w pobliżu przepustów. Dla tak wykonanych modeli uzyskano następujące wyniki przy badaniu prądem uderowym.

Przepusty 0,6 mm wytrzymują 5x 4kA

Przepusty 0,75mm wytrzymują 10x5 kA

ale po powyższej ilości uderów są uszkodzone /pęknięte wzdłuż przepustów/.

Badanie prądem zwarciovym /czas 1 zadziałania 1,5 sek/.

Przepust	0,5	pojedynczy	wytrzymał	4 x 25A
"	0,5	podwójny	"	10 x 25A
"	0,6	"	"	25 x 25A
"	0,75	"	"	25 x 40A
				25 x 25A
				8 x 40A

Z pomiarów wynikało, że wytrzymałość zwarciowa jest dostateczna, natomiast w dalszym ciągu wytrzymałość udarowa jest nie wystarczająca.

Ze względu na to, że przy wykonywaniu powyższych modeli powstawał duży odpad - pękanie nóżek przy zatapianiu - dalsze próby prowadzone z drutem płaszczowym o średnicy 0,7 mm. Nóżki wykonane w warunkach produkcyjnych. Zmieniono konstrukcję elektrody, -szczelinę w którą wkładano wsporniki doprowadników zastąpiono 2 otworami o średnicy 0,8 mm. Pozwoliło to zastosować zaciskanie elektrody na doprowadnikach nóżki w płaszczyźnie doprowadników i dzięki temu wprowadzić celowe naprężenia ściskające w szkło nóżki, na które szkło jest kilkakrotnie bardziej wytrzymałe niż w przypadku rozciągania. To wstępne naprężenie, jak przypuszczano, będzie częściowo likwidować naprężenia rozciągające powstające przy nagrzewaniu się przepustów w czasie działania odgromnika.

Przed samym zatapianiem zmontowane zestawy odgromników były podgrzewane wstępnie w piecu elektrycznym zmniejszając to radykalnie ilość nóżek pękających przy zatapianiu.

Przy tak przygotowanych modelach uzyskano następujące wyniki:

Prądy zwarciove /średnie/:

20 x 20A - wytrzymałe

6 x 30A - pękł przy 6-tym zadział.

4 x 40A - pękł przy 4-tym zadział.

Prądy udarowe 10 x 5kA - wytrzymałe

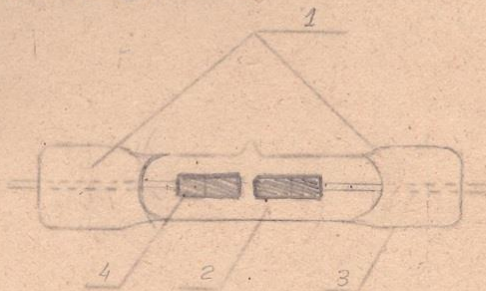
Wymaganej wytrzymałości 6 kA nie można było sprawdzić z powodu braku odpowiedniego urządzenia.

Na podstawie powyższych wyników postanowiono przygotować partię produkcyjną ok. 1000 szt takich odgromników do prób eksploatacyjnych. W ramach przygotowania do wykonania do tej partii wykonano dokumentację konstrukcyjną i przygotowano potrzebne detale.



## II Odgromnik wersji drugiej

Przy opracowywaniu drugiej wersji odgromnika postanowiono znacznie uproszczyć jego konstrukcję przez wyeliminowanie nóżki i wykonanie przepustów w spłaszczonych końcach rurki odgromnika.



1 spłaszcz	}	szkło wolframowe
2 bańka		
3 przepust	-	wolfram $\varnothing$ 1,5 mm
4 elektroda	-	żelazo

Dzięki takiej konstrukcji i dzięki zastosowaniu szkła wolframowego charakteryzującego się dużą wytrzymałością termiczną i współczynnikiem rozszerzalności dopasowanym do współczynnika rozszerzalności wolframu, można było zastosować stosunkowo grube przepusty, których obciążalność prądowa może osiągać duże wartości.

### Przebieg wykańczania modelu

Balenik wykonywane z rurki o średnicy 15 mm i grubości ścianki ok. 1,2 mm. W środku rurki długości 50 mm wtapiało ręcznie rurkę pompową.

Przepusty wykonywane z wolframu młotkowanego. Dla zapewnienia próżnioszczelności złącza przepusty były uprzednio szklane /wg technologii stosowanej do nóżek lamp rtęciowych/.

Elektrody w postaci cylinderek o średnicy  $\varnothing$  5 mm i długości 5 mm wykonywane ze stali niskowęglowej /z powodu niskiej temperatury zatapiania nie można stosować elektrod aluminiowych - ulegały stopieniu/. W innym warianty wykonano je z mosiądzu.

Elektrody żelazne przed montażem podawane były wyżarzaniu w wodorze /10 minut,  $t=950^{\circ}\text{C}/$ .

Zatapianie odgromników odbywało się na adoptowanej do tego celu nóżkarce jednopozycyjnej. Zasadniczą trudnością w procesie zatapiania było utlenianie się elektrod. Pomimo zastosowania podmuchu gazu ochronnego nie uzyskano dotąd dobrych wyników -co spowodowane jest nie dostatecznym dostosowaniem urządzenia do zatapiania tych odgromników. W dalszych próbach po lepszym dostosowaniu urządzenia można będzie uniknąć utleniania elektrod.

Prócz powyższej konstrukcji opracowano również modele odgromnika miniaturowego. Wykonany on był również ze szkła wolframego z przepustami o średnicy 1,5 mm. Przepusty tym razem wtapiane były nie w spłaszczeniach, a w płaski talerzyk. Całkowita długość części szklanej wynosiła 2,5 cm, zewnętrzna część przepustu ok. 7+8 mm. Modele te wykonywane dla zbadania możliwości zmniejszenia gabarytowych wymiarów odgromnika.

#### Wyniki badań modeli spłaszczonych

Odgromniki spłaszczowe pierwszej serii miały elektrody robocze z żelaza lub miedzi i wewnętrzną część doprowadnicą z niklu.

Badane prądem udarowym wytrzymują 10-krotne udary o wartości ok. 5 kA. Nie obserwuje się dużej zmiany  $U_z$  /ok.  $\pm 20\text{V}/$  /dla obu rodzajów elektrod/.

Badane prądem zwarciovym wytrzymują 10-krotne zadziaływanie przy prądzie ok. 27A. /dla elektrod żelaznych/.

Dla elektrod miedzianych natomiast odgromniki nie wytrzymują prądu 25-27A, -elektrody silnie rozgrzewają się i parują.

Wszystkie odgromniki bardzo szybko /po kilku zadziaływaniach/ czernieją, gdyż w czasie pracy silnie rozpyła się niklowa część doprowadnika prądu. Poza tym obserwuje się zwieranie elektrod /za małą odległość między-elektrodową/. Dlatego też druga, poprawiona, seria modelowa wykonana została wyłączeniście z elektrodami żelaznymi a wewnętrzną część doprowadnika i przepust z wolframu, które uprzednio zostały grube dodatkowo oszklone. To dodatkowe oszklenie części wewnętrznej odprowa-

dników zwęziło wyładowanie w odgromniku tylko do elektrod i zapobiegło nagrzewaniu się od łuku przepustu w miejscu przejścia w szkło. A więc złagodziło warunki pracy przepustu.

#### Wyniki badania modeli poprawionych

##### Badanie prądem zwarciovym:

Odgromniki wytrzymują 10-krotne zadziałanie przy prądzie 20A. Zmiana napięcia po próbie wynosi ok. 50 + 100V. Oddzielną grupę tych odgromników badano 3-krotnie prądem 20A, 3-krotnie prądem 30A i 4-krotnie prądem ok. 35-40A.

Po badaniach prądem 20A nie obserwuje się dużych zmian  $U_z$ , natomiast po badaniach prądem ok. 30-40A obserwuje się duży wzrost napięcia zapłonu rzędu kilkuset woltów - przy czym drugi pomiar  $U_z$  tego samego odgromnika wykazuje wartości zbliżone do początkowych z dokładnością = 100V.

##### Badanie prądem udarowym:

Odgromniki wytrzymują 10-krotne badanie prądem ok. 5 kA, przy czym nie obserwuje się zmian  $U_z$ . Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że odgromniki spłaszczone spełniają całkowicie wymagania dotyczące wytrzymałości prądowej, a nawet daleko je przekraczają.

#### Wyniki badań modeli miniaturowych

Prąd udarowy: odgromnik bez dodatkowych elektrod roboczych /przepust jest jednocześnie elektrodą roboczą/ wytrzymuje udary 5-6 kA x25 z elektrodą dodatkową z żelaza wytrzymuje też 5-6 kA przy czym obserwuje się mniejsze rozpylanie metalu po próbach.

##### Prądy zwarciove:

odgromnik bez elektrody dodatkowej: został zniszczony w czasie pierwszego zadziałania - odgromnik z elektrodą dodatkową wytrzymuje 10-krotne zadziałanie przy prądzie ok. 25A.

W związku z tym drugą serią modeli wykonano już wyłącznie z dodatkowymi elektrodami z żelaza lub mosiądzu.

Wyniki pomiarów II-giej serii /wartości średnie/

Prądy udarowe:

Wytrzymałość większa od 5 kA dla obu rodzajów elektrod roboczych.

Prądy zwarciove:

Odgromniki z żelazną elektrodą roboczą wytrzymują ok. 30A, jednak po kilku zadziałaniach /4-5/ elektrody zwierają się na stałe /zbyt mała odległość elektrodowa/.

Odgromniki z elektrodami miedzianymi są uszkodzane przy prądzie 30A po 1-2 udarach /stopienie i zwarcie się elektrod/.

W oparciu o powyższe wyniki wykonane skorygowaną serię modeli z elektrodami żelaznymi, przy czym odległość między elektrodowa wynosiła ok. 2 mm.

Wyniki pomiarów serii skorygowanej

Prądy zwarciove /średnie/

Wszystkie zbadane odgromniki wytrzymują dziesięciokrotne prądy do 20-22A, pękają jednak przy prądach 28-30A. Obserwuje się duże skoki napięcia zapłonu po kolejnych zadziałaniach - rzędu  $\pm$  50V.

Prądami udarowymi odgromników nie badano ze względu na pozytywne wyniki poprzednich pomiarów.

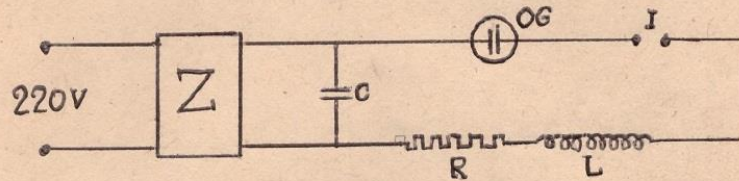
Odgromniki z bimetalu

Przy wykonywaniu modeli odgromników z bimetalem starano się uzyskać możliwie małe wymiary gabarytowe, dużą wytrzymałość na prądy zwarciove, co przy innej konstrukcji jest niezmiernie trudne. Udało się wykonać modele o wymiarach gabarytowych ok. 10x30 mm o wytrzymałości ok. 10-15 A w ciągu 10 sek. W tym wykonaniu elektrodami są dwa równoległe paski bimetalu, które posiadają styki o dużej obciążalności prądowej, co chroni je przed zespawaniem.

W przygotowaniu są dalsze udoskonalone warianty tego odgromnika.

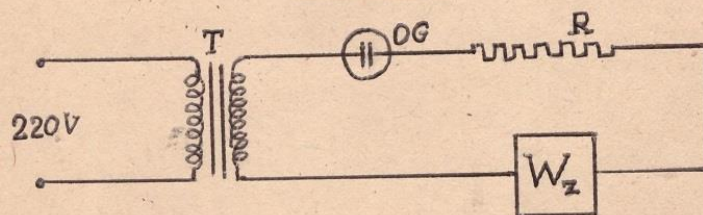
Załącznik

Układ schematyczny badania odgromników  
prądem udarowym



- Z ..... zasilacz wysokonapięciowy prądu stałego z miernikiem napięcia
- C ..... kondensator
- I ..... iskiernik
- L ..... indukcyjność
- R ..... opornik omowy
- OG ..... odgromnik badany

Układ do badania odgromników prądem  
zwarciovym



- T ..... Transformator
- R ..... Opornik wodny
- W<sub>z</sub> ..... Wyłącznik zegarowy

### Zakończenie

Na podstawie przeprowadzonych badań różnych wariantów konstrukcyjnych odgromnika można sformułować następujące wnioski:

- Odgromniki wykonane wg starej technologii mają wytrzymałość uderową ok. 5 kA, a więc mniejszą od wymaganej /6 kA/. Będą też one trudne w produkcji ze względu na nietypowe przepusty /dotychczas stosuje się przepusty nie przekraczające średnicy 0,5 mm i powiększenie średnicy przepustów do 0,7mm spowoduje zwiększony odpad lamp przy zatapianiu/.
- Odgromniki miniaturowe spełniają wszystkie wymagania dotyczące wytrzymałości prądowej.
- Odgromniki spłaszczone mają parametry najlepsze ze wszystkich zbadanych modeli i daleko przekraczają wymagania wytrzymałości.
- Do dalszych prób z odgromnikami spłaszczonymi konieczne jest lepsze dostosowanie urządzenia do zatapiania.
- Dodatkowego zbadania na większej liczbie sztuk, wymagają niektóre parametry m.in. stałość napięcia zapłonu po obciążeniu prądem zwarciovym.
- Na podstawie wyników badań najważniejszym do realizacji okazuje się odgromnik spłaszczony, odgromnik o konstrukcji dostosowanej do starej technologii należy traktować jako etap przejściowy.

Literatura:

1. W. Barwicz - Podstawy konstrukcji i technologii  
lamp elektronowych PWN. 1957r.
2. Ericsson - Review Nr 1/1964/