

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Mechanicznej

071

A

Główny wykonawca mgr inż. J. Józczak

Wykonawcy mgr inż. Lechek Siwice

techn. St. Lechowski

Konsultant

Nr zlecenia

U-23.03.02.

Bimetalowe ograniczniki nadmiarowo-
prądowe. Nowe rozwiązania konstrukcyjne
technologiczne.
Etap 9c. Wykonanie i badania modeli ONP
wysokoprądowych dla potrzeb maszyn
górnictwa.

Zleceniodawca Problem węzłowy OG.1

Pracę rozpoczęto dnia luty 84 r.

zakończono dnia listopad 83

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

p.o. Z-cy Byr. d/s Automatyki

mgr inż. J. Józczak

dr inż. T. Gałązka

dr inż. T. Gałązka

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 19

Egz. 1

IRM

rysunków

2

Egz. 2

OAM

fotografii

Egz. 3

OAM

tabel

1

Egz. 4

DOINTE

tablic

Egz. 5

załączników

2

Egz. 6

Nr rejestr. 5330

1

Analiza deskryptorowa. Ograniczniki nadmiarowo-prądowe, wymagania + badania

Analiza dokumentacyjna. Praca zawiera wyniki badań ogranicznika nadmiarowo-prądowego - model pośredni i omówienie nowych wymagań dla górnictwa.

Tytuły poprzednich sprawozdań Nr.rej.5177 - Opracowanie ograniczników nadmiarowo-prądowych z czujnikiem swobodnym na zakresy prądów pracy ciągłej 8A; 10A; 15A.
Rozszerzenie zakresu na prądy do 160A.
Etap 3b.

621.316.42

Regulatory prądu

UKD

RIAP-252/83-6000

I. Wstęp. 3

II. Dodania laboratoryjne oznaczenia pośredniego 3

III. Opracowanie i wykonanie modelu. 5

IV. wnioski. 9

V. Załączniki. na 9 stronach

1. Tabela charakterystyk czasowo-prądowych

2. wymagania techniczne EN61

3. Notatka służbowa opisano w EN61

I WSTĘP

Uwzględniając nadal duże zainteresowanie ogranicznikami nadmiarowo-prądowymi dla silników wysokiej mocy, kontynuowano podjętą pracę badawczo-konstrukcyjną w tej dziedzinie, wykorzystując dotychczasowe wyniki i wnioski z poprzedniego etapu 3b. Ujęto je w sprawozdaniu nr. 5177 pt.: "Rozwój typoszerzego ogranicznika nadmiarowo-prądowych ONP. Opracowanie, wykonanie i badanie modeli ograniczników nadmiarowo-prądowych ONP z czujnikiem swobodnym na zakresy prądowe pracy ciągłej 8A; 10A; 15A. Rozszerzenie zakresu na prądy do 160A."

II BADAANIA LABORATORYJNE OGRANICZNIKA POSREDNIEGO.

Poprzednio przeprowadzone badania laboratoryjne modelu potwierdziły pozytywnie przyjętą koncepcję konstrukcji ogranicznika z zastosowaniem bocznika. Wyłączniki przeznaczone do zabezpieczenia przemyślowych urządzeń elektrycznych przed skutkami przeciążeń działały we właściwy sposób, według parametrów określonych w założeniach wstępnych.

Jedynym ograniczeniem były nie spełnione warunki techniczne przy przepływie wyższych prądów przez ogranicznik.

Albowiem przy prądach kontrolnym i zwarciovym następowało w krótkim czasie silne nagrzewanie obudowy, wykraczające poza dopuszczalną normę. W takich przypadkach ogranicznik niekorzystnie stawał się dodatkowym źródłem ciepła i znacznie podwyższał temperaturę otoczenia.

W kwietniu 1984 r. w trakcie zaawansowanych badań zostaliśmy poinformowani przez EMAG, że wyroby nasze będą zamontowane jako część składowa aparatury górniczej sterującej do kopalnianych wyłączników stycznikowych ognioszczelnych typu KMS01.

Wyłączniki te służą do łączenia silników maszyn górniczych.

4

Chronić maszyny i kable zasilające od przeciążeń zwarć dozowanych i międzyfazowych. Przystosowane są do sterowania lokalnego zdalnego oraz centralnego.

Praca w obudowie wyłącznika KWS01-40-23; 100-23; 16-23/II i KWS01-40-24; 100-24; 1670-24/II, gdzie opracowywany ONP zamieniłby obecnie stosowane wyłączniki termiczne, stworzyła całkowicie nową sytuację.

ONP projektowany przez nas musi być ze względów eksploatacyjnych zabudowany do pancerniej obudowy KWS01.

Aparatura już zabudowana w tą obudowę wytwarza dużo ciepła Jonica /b. dużo prądu płynące przez wyłączniki/. Warunkiem nieprzekraczalnym jest małe wydzielanie ciepła, tak aby temperatura obudowy ONP nie przekroczyła 343°K / 70°C / po zabudowaniu do KWS01. Spowodowało to zmianę koncepcji I stopnia ogranicznika, konieczność zaprojektowania nowych modeli metodą kolejnych przybliżeń obniżania temperatury obudowy .

Dalsze prace nad modelem ogranicznika miały wyeliminować tą "termiczną barierę" poprzez wprowadzenie zmian konstrukcyjnych i nowych materiałów.

Przyjęto jedno z proponowanych mniej skomplikowanych rozwiązanie, zastosowania izolacji termicznej z ceramicznej mączki szamotowej. Mączka będąca mieszaniną sproszkowanego kwarcu i tlenku glinu zasypała komorę bocznika główne źródło ciepła. Dzięki temu skuteczniej uzyskano równomierne odprowadzenie nadmiar ciepła eksponowanego przez bocznik. Potwierdzają to uzyskane wyniki temperatur, zdjętych z obudowy bocznika.

Przy przepływie prądu zwarciowego przyrost temperatury na obudowie bocznika / po upływie czasu 6 - 9 minut od chwili zadziałania wyłącznika do chwili ustalenia temperatury / nie przekroczył 40°C , osiągnęła maksymalnie 60 - 65°C , po czym opadała do 50 - 55°C , przy nie-

-wymuszonym naturalnym studzeniem.

Również przy przepływie prądu kontrolnego temperatura na obudowie dochodziła do 100°C , nie osiągając krytycznych wartości przyjętych w założeniach wstępnych.

Dalsze badanie polegające na impulsowaniu ogranicznika "non-stop" tzn. włączeniu bezpośrednio po wyłączeniu, początkowo bez przerw a potem z krótkimi kilkuminutowymi przerwami na ostudzenie czujnika, nie przegrzewały urządzenia osiągające maksymalnie zbliżone wartości temperatur wymienione wyżej. Zauważono przy tym również, prawidłowe działanie ogranicznika i jego jednoznaczne rozwarcie styków przerywacza przy ciągłym impulsowaniu "non-stop" w założonych czasach przełączeniowych tzn. do sprawozdania załączonego wykres prądowo-czasowy w skali logarytmicznej, dokładnie-j przedstawiający te zależności /załącznik nr.1/.

III OPRACOWANIE I WYKONANIE MODELU

Wzbogacenie o te doświadczenia, przystąpiliśmy do adaptacji modelu pośredniego do potrzeb docelowych, do silników wysokiej mocy, o ~~których~~ wyższych wymaganiach prądowych.

Informacje o przemysłowych urządzeniach elektrycznych uzyskane z "CELMY - Cieszyn" określiły warunki wstępne naszego ogranicznika /uwzględnione również w oparciu o wymagania techniczne nadesłane przez Centrum Naukowo-Produkcyjne Elektrotechniki i Automatyki Górnośląskiej w Katowicach/.

Są to parametry :

- prąd znamionowy $I_p = 100\text{A}$
- prąd zwarciový $I_z = w_z \cdot J_p$
- współczynnik zwarciový $w_z = 5 + 6$
- czas pracy prądu znamionowego $t_p > 30 \text{ min.}$
- czas pracy prądu zwarciový $t_z = 7'' + 20''$

Dokładniejsze charakterystyki silników określające w/w parametry wstępne zawarte są w sprawozdaniu Nr. 5083.

W oparciu o w/w założenia wstępne podtrzymano sprawdzoną koncepcję dwuzespołowego ogranicznika wysoko-prądowego, przedstawionego schematycznie na rys. nr.1 umieszczonego w załącznikach.

Ogranicznik taki składa się z dwóch podstawowych zespołów :

- zespołu prądowego toru głównego
- właściwego zespołu sterującego

Całkowite urządzenie składa się z trzech identycznych, sprzężonych ze sobą szeregowo ograniczników, zabezpieczających każde oddzielnie, jedną z faz zasilania silnika. Pokazuje to rys.nr.2 zamieszczony w załącznikach.

Pierwszy zespół prądowy toru głównego zbudowany jest ze zwiniętej w " U " taśmy oporowej BILDONAL IO z dolutowanymi końcówkami zasilającymi.

Drut oporowy użyty w poprzednim rozwiązaniu zastąpiła taśma, która może być obciążona znacznie wyższym prądem znamionowym, bez skutków cieplnych, ale dająca równocześnie taki sam spadek napięcia, wymagany do prawidłowego zadziałania właściwego zespołu sterującego.

Przeprowadzone poniżej obliczenia wyznaczyły dopuszczalne parametry geometryczno-oporowe zastosowanej taśmy.

Przyjęto że :

$$J_p = 100A$$

$$V_p = 0,40V \text{ wymagany spadek napięcia}$$

$$R = \frac{V_p}{J_p} = 0,0040 \Omega \text{ wymagany opór bocznika}$$

Zakładając $l = 0,16 \text{ m}$ l - długość całkowita bocznika

Opór jednostkowy wynosi

$$R_j = \frac{R}{l} = 0,025 \Omega / m$$

Posługując się tablicami taśm BAILDONAL10 wyznaczamy z nich wielkości geometryczne taśm spełniających wyliczony opór jednostkowy. Przyjmując pewną tolerancję mogą być użyte następujące taśmy typu H25J5 BAILDONAL 10 :

1 ^o	50 x 1,2	szerokość x grubość
	50 x 1,0	
2 ^o	40 x 1,5	
3 ^o	35 x 1,5	
4 ^o	30 x 2,0	
	30 x 1,5	
5 ^o	25 x 2,5	
	25 x 2,0	

Do naszych celów użyjemy taśmy o niezbyt dużych wymiarach grubości i szerokości, minimalizując wymiary gabarytowe bocznika i ułatwiając obróbkę ręczną przy jego wykonaniu.

Bocznik wmontowany jest w korpus a dla izolacji termicznej oraz ustalenia jego pozycji zasypany ceramiczną substancją szorstową. Końcówki zasilania przechodzą przez tulejki teflonowe, które spełniają podobną dla nich funkcję osłony termicznej, albowiem w miejscu tym gradient temperatury jest największy.

Dla obniżenia temperatury zespołu prądowego w czasie pracy awaryjnej, wykonane również na zewnętrznych dwóch ścianach bocznych obudowy wzdłużne wyfrezowanie, dla powiększenia powierzchni chłodzenia. Natomiast na tylnej ścianie celowo umieszczono radiator rozpraszający emitowane przez bocznik ciepło. Spełnia on również dodatkową rolę - płyty łączącej wszystkie trzy zespoły prądowe w jedną całość, dającą się łatwo i szybko rozmontowywać.

Zespół bocznikujący oddzielony jest od zespołu sterującego, przez co może bezpiecznie przenosić wysokie prądy. Przez zespół prądowy toru głównego płynie cały prąd pracy ciągłej lub prąd zwarcia wy. Zespół ten jest włączony szeregowo do fazy silnika.

Właściwy zespół sterujący ogranicznika nadmiarowo-prądowego jest nabudowany na zespół toru głównego i bocznikuje spadek napięcia w tym torze. Spadek napięcia toru głównego przesyłany jest końcówkami połączeniowymi na grzałkę czujnika, wykonaną z oporowego drutu KANTHALL.

Zespół sterujący składa się z bimetalicznego czujnika o niesamo- czynnym działaniu. Czujnik jest swobodny, nie obciążony żadną siłą wstępną- co nie wprowadza dodatkowych błędów i nie utrudnia regulacji ogranicznika, skraca jego montaż. Konstrukcja ta przebadana została w pierwszej fazie na średnie prądy, a jej wyniki posłużyły nam do dalszej pracy o doświadczeń.

Wskutek spadku napięcia, przez grzałkę ogranicznika płynie prąd, który podgrzewa czaszę czujnika i po zadziałaniu rozwiera styki, sterujące cewką stycznika silnika. Konstrukcja mechanizmu przełączającego dzięki regulacji napięcia sprężyny i odległości między nią a popychaczem pozwala na migowe rozłączenie styków. Natomiast zmiana odległości grzałki od czujnika bimetalicznego może powodować zmiany czasów zwarciovych, niezależnie od zadanej temperatury działania czujnika.

Po wyłączeniu ogranicznika, powolne jego załączenie następuje przez wcisnięcie przycisku. Zespół zamontowano w korpusie i przykryto pokrywą, z której wystaje przycisk, ognioszczelnie zabudowany osłoną gumową.

Z korpusu wyprowadzone są 2 pary przyłączy : jedno dolne odprowadzone od grzałki czujnika służy do szybkiego połączenia z zespołem prądowym, a drugie górne do podłączenia w obwód urządzenia zabezpieczonego. Sąsiadujące przyłącza górne, połączone są szeregowo i -cznikami i zabezpieczają w ten sposób jednoznacznie rozwarole styków np.: cewki stycznika silnika, w momencie uszkodzenia - przeciążenia którejkolwiek z faz.

Moment awaryjny sygnalizowany może być dodatkowo sygnałem świetlnym lub dźwiękowym, według życzeń klienta.

Szybki i prosty montaż podzespołu pozwala na łatwą ich wymianę i odpowiedni dobór, dla różnych prądów w zależności od wymaganych założeń wstępnych.

W październiku b.r. po omówieniu w EMAG wyników badań otrzymaliśmy warunki techniczne na wtórne zabezpieczenie przed skutkami zwarć i przeciążeń / dla górniczych wyłączników typu HŁAM/ W notatce służbowej opisanej w EMAG-u potwierdzono celowość dalszych prac nad ogranicznikiem nadmiarowo-prądowym dla maszyny górniczych oraz zaproponowano dobudowanie do niego członu zwarcieciowego, zabezpieczającego przed skutkami zwarć doziemnych i międzyfazowych. Przy przekroczeniu wartości prądu znamionowego płynącego przez ONP powyżej 10 - 15 razy człon zwarcieciowy powinien rozłączyć obwód ze zwłoką 40 - 70 milisekund.

Zabezpieczy to transformatory linii zasilających napędy górnicze od uszkodzeń oraz kopalnie, tablice rozdzielcze i podstacje transformatorowe od pożarów.

PIAP posiada koncepcję takiego członu oddzielnego galwanicznie od wysokiego napięcia linii zasilającej 1000 V i pracującego na napięciu sterowania ok. 250V i niskim napięciu bezpiecznym do 50V.

Modele tego członu jak i nowego ONP przewidujemy wykonanie i przebadanie w 1985 r.

V WNIOSKI

Po wykonaniu nowego modelu należy przystąpić do niezbędnych badań laboratoryjnych : ilościowych i jakościowych, zwracając szczególną uwagę na b.wysokie wymagania bezpieczeństwa pracy w ciężkich warunkach górniczych.

Należy ponownie sprawdzić rozkład temperatur urządzenia podczas pracy w warunkach normalnych i awaryjnych, zdjąć charakterystyki.- prądowo-czasową i prądowo-napięciową. Model wysłać do badań w EMAG i Kopalni doświadczalnej Barbara.

Wysokie wymagania prądowe oraz konieczność pracy na takiej samej aparaturze jak w EMAG-u wymaga zakupu zespołu do prób prądowych typu TZW-4000A na którym sprawdza się i legalizuje aparaturę górniczą.

W aktualnych warunkach Instytut nie dysponuje takimi lub podobnymi urządzeniami, na zakup powyższego składamy zamówienie.

Również podobne wymagania badawczo-naukowe, stawia człon swarciołowy zabezpieczający urządzenie elektryczne przed skutkami zwarć, w perspektywie rozbudowujący nasz omówiony wyżej ogranicznik nadprądowo-prądowy dla potrzeb maszyn górniczych.

11

ZAŁĄCZNIK NR. 1

TABELE WYNIKÓW CHARAKTERYSTYKI

PRĄDOWO - CZASOWEJ ONP - WYSOKOPRĄDOWEGO POŚREDNIEGO

$J_p = 25 \text{ A}$

J_p - prąd pracy ogólnej [A]

J_z - prąd pracy zwarcia [A]

t_z - czas pracy prądu zwarcia [s]

T_p - temperatura powietrza dozwolona [°C]

$T_p \approx 25^\circ \text{C}$

1^o Grzałka czujnika KANTHAL $\phi 0.4$ - pojedyncza

J_z/J_p	A	1	1.20	2.08	2.48	2.56	2.80	2.80	3.20	5.28	5.60	5.80
t_z	min s	730 min.	730 min	15 min	12'30"	12'	7'	6'30"	6'	26"	25"	21"

cd.

5.92	6.0	6.24	6.32	6.40	6.88	7.60				
20"	19"	17"	16"	13"	10"	6"				

2° Grzałka czujnika KANTHAL $\phi 0.4$ - podługna

I_z/I_p	A	1	2.40	2.60	2.80	5.28	5.68	6.40	6.48	6.64	6.80
t_z	S	730	12'20"	12'	10'10"	22"	16"	11"	10"	10"	10"

6.80	8.0	
10"	8"	

3° ROZKŁAD TEMPERATUR OBUDOWY W CZASIE PRACY

T_k [°C] - temperatura obudowy pocznika
 przy przepływie prądu kontrolnego I_k
 w czasie t_k

66°C - t_k 17'

105°C - t_k 16'

80°C - t_k 12'

84°C - t_k 12'

T_z [°C] - temperatura obudowy bocznika
 przy przepływie prądu zważeniowego I_z
 w czasie t_z plus prędko na chłodzenie 5÷8 minut.

45° - $t_z + 5 \div 8$ minut

40° -

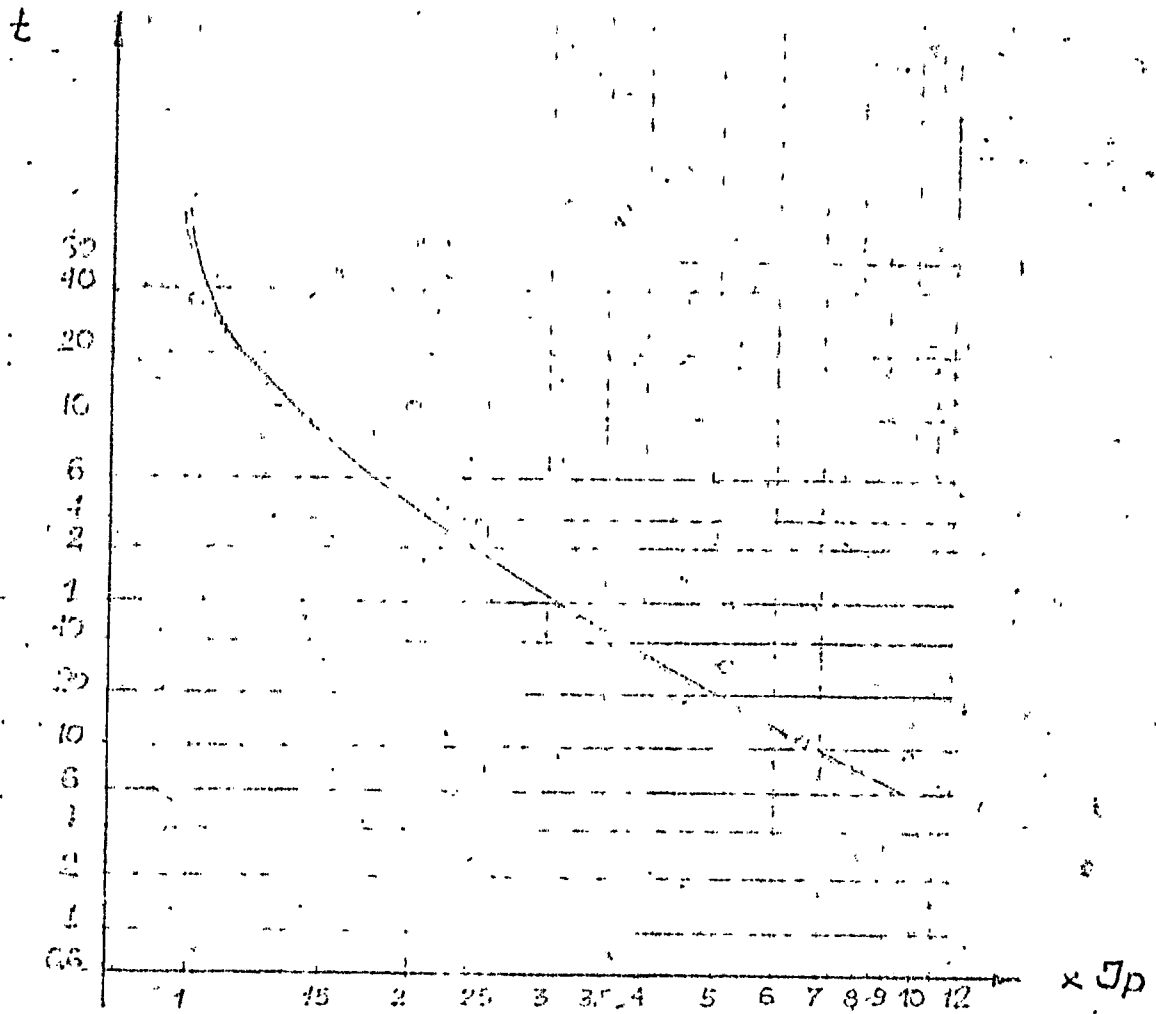
42° -

52° -

50° -

CHARAKTERYSTYKA PRĄDOWO-CZASOWA

ONP - WYSOKOPRĄDOWEGO POŚREDNIEGO



14

Section 15 - [illegible]

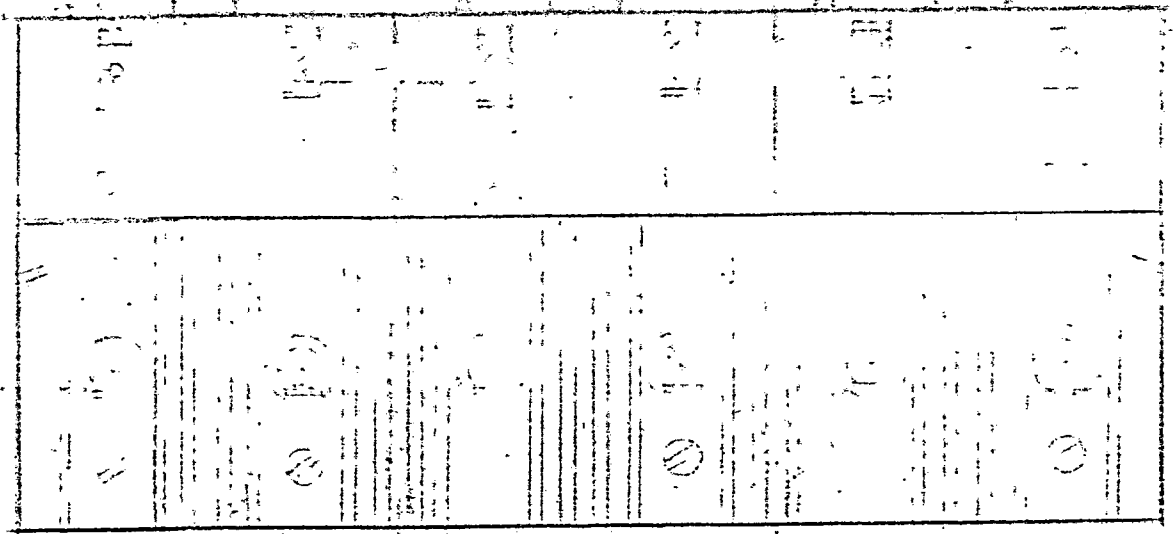
Sheet 1 of 1

135

80

100

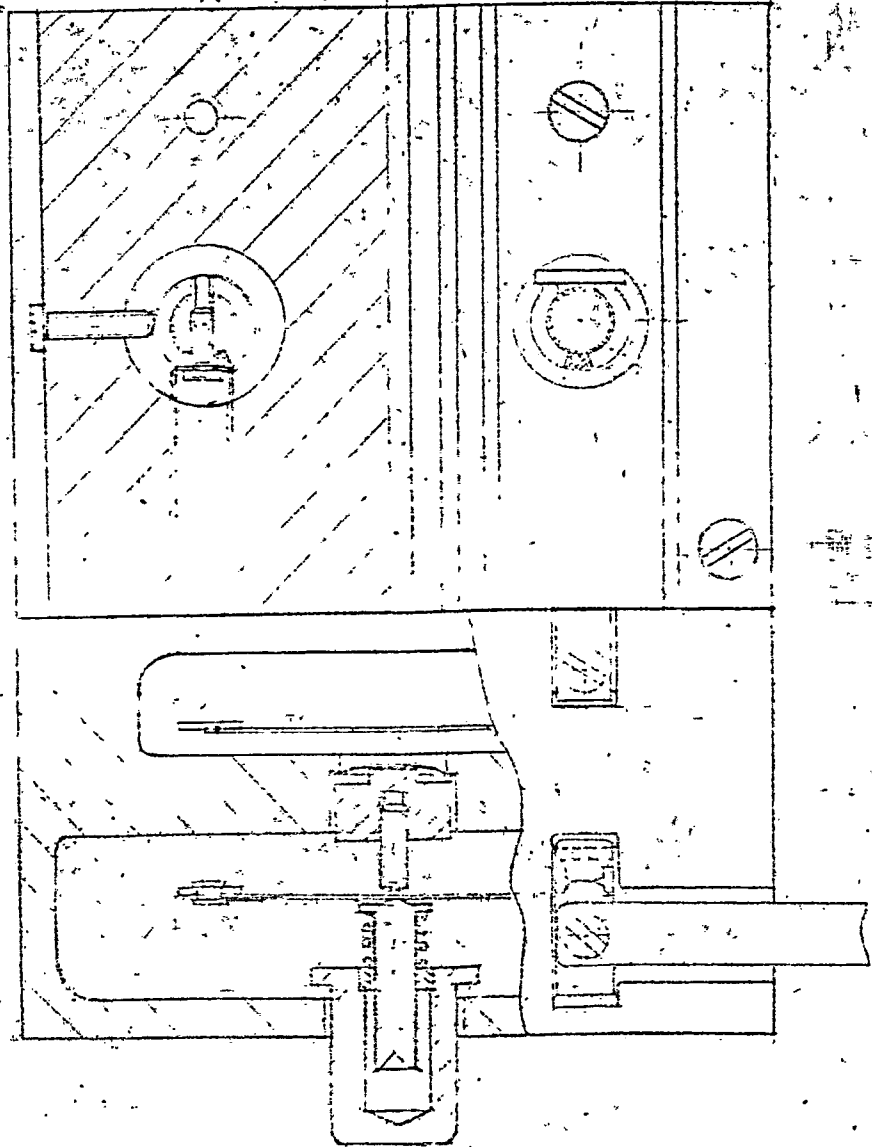
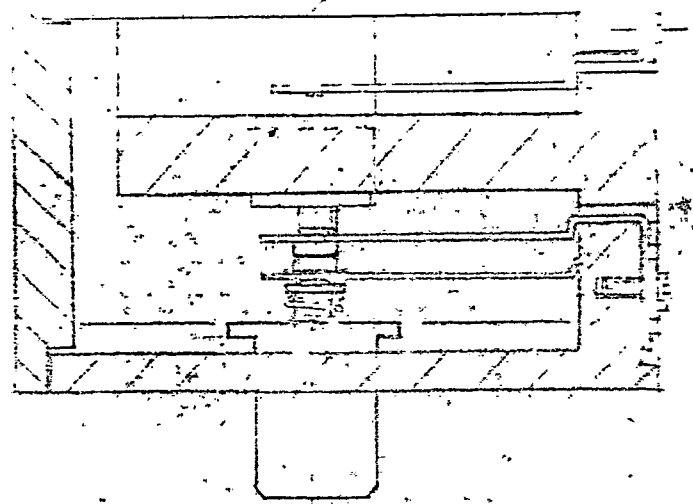
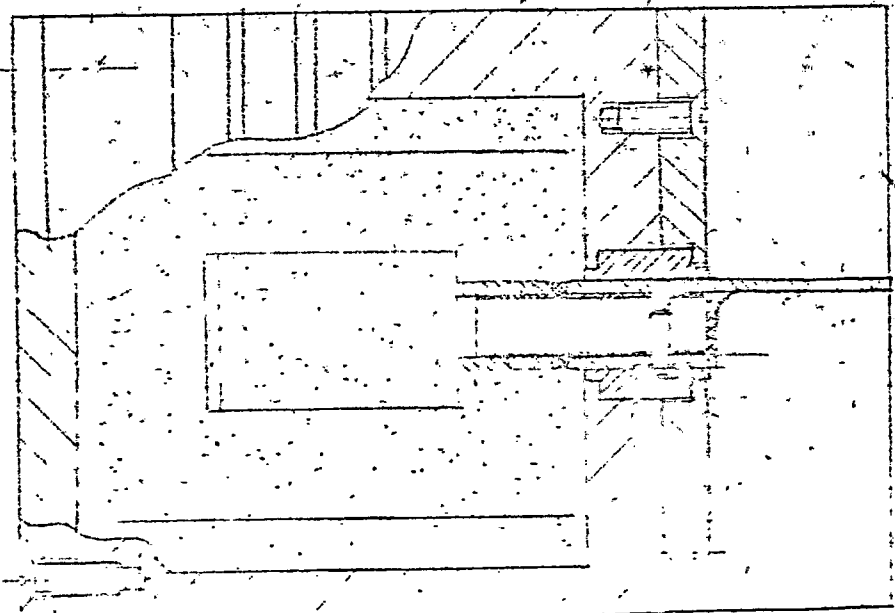
300



15

1500 1000 500

WYKONANO W SZKOLENIAWIE



16

PROJEKTOWANO W BIURO PRACOWNI TECHNICZNYCH W WARSZAWIE

SKALA 1:1

CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE
ELEKTROTECHNIKI I AUTOMATYKI GÓRNICZEJ

Zakład Maszyn i Urządzeń Elektrycznych

Wymagania techniczne

Przełącznik nadprądowy wtórny o charakterystyce
czasowo zależnej

- Przełącznik jest przeznaczony do współpracy z trzema przełącznikami prądowymi i wyłącznikiem HLAff - werojii górniczej. Tabela
- Obudowę przełącznika powinien stanowić panel modułu ZAZ /nr rys. K270014/ tj. kaseta ZAZ /K271001/, obudowa ZAZ /K140075 wg technologii ZLG-Tychy.
- Obudowę przełącznika powinna stanowić izolacja zalwana z oknem przystosowanym do przeprowadzenia szyny lub przewodu o przekroju dostosowanym do prądu znamionowego w temperaturze otoczenia 343K o napięciu znamionowym izolacji 1200V, 50Hz dla którego określona wartość napięcia próbierczego 4 kV, 50Hz.

- Zakresy nastawcze przełącznika współpracującego z przekładnikami prądowymi:

alt. I

1. 100 ± 250 A
2. 160 ± 400 A

alt. II

1. 96 ± 160 A
2. 150 ± 200 A
3. 240 ± 400 A

Za względów eksploatacyjnych korzystniejsza jest alternatywa I. Regulacja prądu nastawczego - ciągła w w/w podanych zakresach. Dobór zakresów - przy pomocy przekładników prądowych.

- Charakterystyka działania przełącznika przy obciążeniu prądem w trzech biegunach niezależnie od uprzedniego nagrzania prądem mniejszym lub równym prądowi nastawczemu w zakresie zmian temperatur 293K ± 343 K.

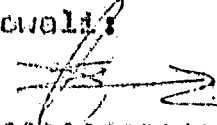
Lp.	Krotność prądu nastawczano	Czas
1.	A /niezadziałanie/ 1,05	∞
2.	B /zadziałanie/ 1,20	5 \pm 20 min
3.	6	2 \pm 10 s
4.	10	< 5 s
5.	$I_z^* > I_{nast}$	$\leq t_z^{10\%}$

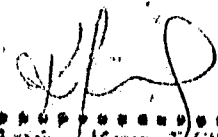
- * - prąd zastępczy wynikający ze zmiennego obciążenia
- 10% - czas zadziałania odpowiadający prądowi zastępczemu z charakterystyki $t=f/I$

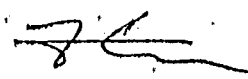
- Największa wartość składowej okresowej początkowej prądu zwarcia $I_p=13$ kA przy $\cos\varphi = 0,2$ o czasie trwania wynikającym z czasu wyłączenia prądów zwarcia przez wyłącznik HLAN.
- Zdolność napięcia zasilania $0,8 \pm 1,2$ napięcia znamionowego
- Napięcie pomocnicze 220 V, 50 Hz
- Przekaznik wykonawczy członu czasowo zależnego - na prąd ciągły. Działanie przekaznika wykonawczego na obwód wyzwalacza zanikowego lub obwód napędu.
Zestyki przekaznika wykonawczego - 2 przełączne o napięciu znamionowym 220 V, 50 Hz przytoczone do łączenia prądów w obwodach wyzwalacza zanikowego i napędu.
- Człon asymetrowo prądowy działający w czasie 0,2 - 1s przy przepływie w jednej fazie i przepływie prądów w pozostałych fazach o wartości $I \geq I_{nast}$.
Przekaznik wykonawczy członu asymetrowo prądowego - na prąd roboczy z mechanicznym ryglowaniem po zadziałaniu. Odblokowanie - przyciskiem na płycie czołowej kasety.

- Temperatura otoczenia 343 K /320K/
- x - obniżenie temperatury do 320K wymaga zmian konstrukcyjnych
budowy stacji transformatorowych
- Legalizacja przekładnika /członu czapowo zależnego i członu
asymetrycznego prądowego/ - przy pomocy jednofazowego
transformatora prądowego / TZW-4000/
- Pozostałe warunki środowiskowe, drgania, udary i narażenia
mechaniczne - jak dla wyłącznika ILLAM w wersji górniczej.

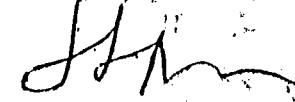
Opracowali:


.....
inż. Wł. DOŻEK


.....
inż. Krz. JEDZIŃSKI


.....
inż. ZB. KOVALERI

Kierownik Zakładu


.....
doc. dr inż. St. NITKA

Katowice, dnia 28.04.1984r.

w dniu 18.10.84 w EMAG-ZB1
w Katowicach

Z E STRONY EMAG - druz iuz. Kuznetz Fedorowicz
Z E STRONY PIRP - inzynier Janina Jozwik

Po przedstawieniu przez przedstawicieli strony
dotychczas opracowywanego modelu ONP
stronie EMAG, stwierdzono:

- 1) Głównym jest niewłaściwe ułożenie
wymiarów do ułożenia - przeloty
- 2) PIRP w najbliższym czasie może dane
z dotychczas wykonanego modelu a EMAG wstę
ownie uwagi
- 3) EMAG posiada i przeprowadzi wyprawy
na miejscu w celu sprawdzenia stanu o charakter-
ystyce zależnej.
- 4) EMAG przyniesie do badania ONP wykonane
wz. wykonanego warunków i badania wstępne
laboratoryjne i oceny pod kątem zastosowania
w "zobowiązaniu", o ile PIRP zdecyduje wykonanie
- 5) EMAG jeszcze raz zwraca uwagę na
funkcjonalność otoczenia dla tego zabezpieczenia
wynosi do 20°C i samo to zabezpieczenie
nie powinno być dodatkowym źródłem ciepła.