

Winięcjusz BORON

WYBRANE ASPEKTY STOSOWANIA URZĄDZEŃ OCHRONY ZIEMNOZWARCIOWEJ W KOPALNIACH METANOWYCH

Streszczenie. Omówiono znaczenie urządzeń ochrony ziemnozwarciowej jako środka minimalizującego zagrożenie wybuchowe w kopalniach metanowych. Podano zakres stosowania i stopień ochrony uzyskiwany przy użyciu w sieciach 500 i 1000 V zabezpieczeń upływowych. Przedstawiono nową koncepcję stosowania w sieciach 6000 V uniwersalnych przełączników ziemnozwarciowych z automatycznym wybieraniem rodzaju pracy. Omówiono zasady budowy i instalowania przewoźnych transformatorowych stacji separacyjnych, pozwalających na znaczne ograniczenie wartości prądów ziemnozwarciowych w najbardziej naważnych odcinkach sieci.

1. Wstęp

W kopalniach metanowych aktualnie stosowany jest kompleksowy system środków ochronnych minimalizujących zagrożenie wybuchowe od urządzeń elektrycznych. System ten podzielić można na pięć następujących podstawowych grup:

- I - skuteczne przewietrzanie wyrobisk przepływowymi prądami świeżego powietrza oraz stosowanie wentylacji lutniowej,
- II - metanometria oparta na metanomierzach sygnalizacyjno-wyłączających,
- III - stosowanie urządzeń elektrycznych w osłonach przeciwybuchowych,
- IV - wykonywanie obwodów elektrycznych sterowania, sygnalizacji i blokady jako iskrobezpiecznych,
- V - stosowanie urządzeń zabezpieczająco-wyłączających w stanach zakłóceńowych dołowego układu elektroenergetycznego.

Ze środków ochronnych wchodzących w skład grupy V szczególnie istotną rolę odgrywają urządzenia ochrony ziemnozwarciowej. Wynika to przede wszystkim z faktu, że uszkodzenia izolacji doziemnej układów elektroenergetycznych stanowią największy procent wszystkich uszkodzeń.

Głównym zadaniem urządzeń ochrony ziemnozwarciowej jest ograniczenie energii wydzielonej w miejscu uszkodzenia. Ograniczenie to realizowane może być dwoma zasadniczymi sposobami:

- a) ograniczenie czasu trwania uszkodzenia przez szybkie wyłączenie elementu uszkodzonego,

b) zmniejszenie wartości mocy uszkodzenia przez ograniczenie wartości prądu ziemnozwarciowego.

Sposób a) realizowany jest w górnictwie krajowym przez wprowadzenie systemu zabezpieczeń upływowych (stosowanych w sieciach o napięciu do 1 kV) oraz ziemnozwarciowych (w sieciach o napięciu 6 kV). Sposób b) na szeroką skalę stosowany jest jak dotąd jedynie w sieciach o napięciu do 1 kV; w aktualnie produkowanych zabezpieczeniach upływowych przewidywana jest kompensacja składowej pojemnościowej prądu uszkodzenia. W sieciach o napięciu 6 kV stosowanie kompensacji prądów zwarcia z ziemią jest aktualnie nie do przyjęcia przede wszystkim z uwagi na brak odpowiedniego typu zabezpieczeń ziemnozwarciowych dostosowanych do pracy w sieciach skompensowanych. Z tego względu w sieciach 6 kV przyjęto ostatnio koncepcję ograniczenia wartości prądów ziemnozwarciowych przez separację (galwaniczne odizolowanie) końcowych odcinków sieci.

2. Zabezpieczenia upływowe sieci 500 i 1000 V

Zabezpieczenia upływowe aktualnie stosowane w podziemiach kopalń metanowych stanowią typowe wyposażenie stacji transformatorowych i łączników manewrowych. Wykonywane one są jako nienastawne, przy czym wartość rezystancji pomiarowej zabezpieczeń powinna spełniać wymogi § 865 p.16 "Szczegółowych przepisów prowadzenia ruchu i gospodarki złożem w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny i brunatny".

Stosowane zabezpieczenia upływowe umożliwiają dla układu: stacja transformatorowa - łącznik manewrowy - odbiornik realizację następujących ochron:

- 1) cała sieć w stanie załączonym wyłącznika zabezpieczeniowego i stycznika łącznika manewrowego,
- 2) odcinek stacja transformatorowa - łącznik manewrowy przy załączonym wyłączniku zabezpieczeniowym i wyłączonym styczniku łącznika manewrowego,
- 3) odcinek stacja transformatorowa - łącznik manewrowy przy wyłączonym wyłączniku zabezpieczeniowym (napięcie górne doprowadzone do stacji),
- 4) odcinek łącznik manewrowy - odbiornik przy załączonym wyłączniku zabezpieczeniowym stacji i wyłączonym styczniku łącznika.

Optymalny zakres ochrony poszczególnych odcinków sieci 500 i 1000 V przy stosowaniu zabezpieczeń upływowych przedstawiono poglądowo w tablicy 1. Ogólnie ochrona upływowa w stanie napięciowym realizowana jest przez centralne zabezpieczenie upływowe, natomiast w stanie beznapięciowym przez zabezpieczenie odcinkowe. Zabezpieczenie odcinkowe stanowić może integralną część składową zabezpieczenia centralnego - tego typu rozwiązanie zastosowane jest w zabezpieczeniach typu CZU - lub w postaci podzespołu (BPU) w łącznikach manewrowych.

Tablica 1

Optymalny zakres ochrony odcinków sieci 500 i 1000 V
przy stosowaniu zabezpieczeń upływowych

Stan elementu		Odcinek chroniony			
wyłączn. zabezp.	stycznik łącznika manewr.	st.transf.-łączn. manewrowy		łączn.man.-odbior- nik	
		stan napięciowy	stan bez- napięciowy	stan napięciowy	stan bez- napięciowy
-	-		X (3)		
+	-	X (2)			X (4)
+	+	X (1)		X (1)	

"+" - element załączony

"-" - element wyłączony

"X" - ochrona odcinka

Tablica 2

Produkowane i stosowane zabezpieczenia upływowe
dla sieci 500 i 1000 V

Rodzaj zabez- piecze- nia	Miejsce zainstalowania	Napięcie znamiono- we sieci (V)	Rodzaj ochrony	Wartość rezystancji pomiarowej (kom)	
				zabezpiecz. centralne	zabezpiecz. odcinkowe
CZUW-10	stacja transfor- matorowa IT3Sb np 315/6/1	1000	(1), (2) (3)	20	50
CZUW-05	stacja transfor- matorowa IT3Sb np 400/6/0,5	500	(1), (2) (3)	7	25
UKSIW	stacja transfor- matorowa IT3Sb np 315/6/0,5	500	(1), (2)	7	-
BPU	łącznik manewro- wy OW np 1204	1000	(4)	-	50
BPU	łącznik manewro- wy OW np 0204	500	(4)	-	25
BPU	łącznik manewro- wy KWSOI	500	(4)	-	8

W tablicy 2 zestawiono aktualnie produkowane i stosowane zabezpiecze-
nia upływowe dla sieci 500 i 1000 V. Z danych zawartych w tablicy wynika,
że najwyższy stopień ochrony oraz największe wartości rezystancji pomiaro-
wej uzyska się przez stosowanie zabezpieczeń upływowych typu CZU oraz blo-

kujących przekaźników upływowych (BPU) w łącznikach manewrowych typu OW. Realizowana jest w takim układzie kontrola w stanie zarówno beznapięciowym jak i napięciowym wszystkich odcinków sieci. Z tego względu układ ten uznąć należy za szczególnie przydatny do pracy w podziemiach kopalń metanowych.

Dodatkową zaletę przedstawionego systemu jest fakt istnienia w zabezpieczeniach CZU samokontroli ciągłości i poprawności pracy podstawowych obwodów funkcjonalnych zabezpieczenia.

3. Zabezpieczenia ziemnozwarciowe sieci 6000 V

Podstawowym typem zabezpieczenia ziemnozwarciowego 6000 V stosowanym aktualnie w krajowych kopalniach metanowych jest przekaźnik typu ZSG-6. Jest to przekaźnik kierunkowy zerowo-mocowy, charakteryzujący się dużą czułością prądową, selektywnością działania oraz pełnym przystosowaniem do pracy w warunkach mikroklimatu kopalnianego.

Z punktu widzenia potrzeb ruchu górniczego szczególnie istotna jest selektywność działania tego typu zabezpieczeń. Selektywność poprzeczna zabezpieczeń kierunkowych (w tym również przekaźnika ZSG-6) polega na tym, że sygnał wyjściowy wyłączający pojawia się wyłącznie w torze uszkodzonym. Wybiórczość wzdłużna (wzdłuż toru uszkodzonego) jest uzyskiwana dzięki nastawialnym zwłokom czasowym.

Z punktu widzenia wymaganej w warunkach kopalń metanowych pewności działania kierunkowe zabezpieczenia zerowo-mocowe charakteryzują się jedną zasadniczą wadą. Mianowicie dla prawidłowego ich działania niezbędne jest doprowadzenie do zacisków przekaźnika sygnałów z filtru składowej zerowej prądu (przekładnik Ferrantiego) oraz z filtru składowej zerowej napięcia (układ trzech jednofazowych przekładników napięciowych połączonych w "otwarty trójkąt"). Niesprawność któregośkolwiek z filtrów powoduje niedziałanie zabezpieczenia w stanie awaryjnym.

Z przeprowadzonych obserwacji i badań w kopalniach wynika, że najczęściej uszkodzenia występują w filtrze składowej zerowej napięcia. Powodem takiego stanu rzeczy jest możliwość powstania przerwy w obwodzie układu "otwartego trójkąta" (np. wskutek przepalenia bezpiecznika topikowego); sygnał awaryjny z filtru nie może być wówczas doprowadzony do zabezpieczenia i w konsekwencji odcinek sieci nie jest chroniony do chwili wykrycia i usunięcia uszkodzenia.

Dla poprawy istniejącego w tym zakresie stanu rzeczy w OBR SMEAG podjęto prace zmierzające do opracowania nowego typu zabezpieczenia (pozbawionego wyżej przedstawionej niedogodności) i lepszego dostosowania jego parametrów do pracy w warunkach wzmożonego zagrożenia metanowego. W wyniku przeprowadzonej analizy i badań zdecydowano się na przyjęcie zasady uniwersalności zabezpieczenia z automatycznym wybieraniem rodzaju pracy.

Przekaznik wykonany jest w zasadzie jako kierunkowy zerowo-mocowy ze zmodyfikowanym w stosunku do przekaznika ZSG-6 członem dyskryminatora fazy. W przypadku zaistnienia na torze chronionym zwarcia z ziemią do zacisków zabezpieczenia zostają doprowadzone sygnały proporcjonalne do wartości składowych zerowych napięcia i prądu. Następuje wówczas podanie impulsu do obwodu wyzwalacza wyłącznika mocy. Człon wyjściowy przekaznika nie zostaje pobudzony, gdy kąt przesunięcia fazowego pomiędzy wskazani składowych zerowych napięcia i prądu odpowiada torom nieuszkodzonym.

Zmieniona sytuacja ma miejsce, gdy nastąpi uszkodzenie filtra składowej zerowej napięcia. Do zacisków przekaznika zostaje wówczas doprowadzony jedynie sygnał z filtra składowej zerowej prądu. Przekaznik w tym przypadku samoczynnie przełącza się na pracę zerowo-prądową, w której działanie względnie niedziałanie przekaznika uzależnione jest jedynie od wartości składowej zerowej prądu. O ile wartość składowej zerowej prądu przekracza wartość nastawioną, następuje podanie impulsu wyłączającego do wyłącznika mocy.

Dodatkową, istotną zaletą tak przyjętego rozwiązania przekaznika jest możliwość jego instalowania praktycznie w każdym polu rozdzielczym wysokiego napięcia. Przy dotąd stosowanych zabezpieczeniach obowiązuje zasada, że w polach, w których jest możliwość instalowania filtra składowej zerowej napięcia, stosuje się zabezpieczenie ZSG-6, natomiast tam gdzie nie ma tej możliwości (przy jednoczesnym braku wolnego pola pomiarowego), praktycznie może być stosowana wyłącznie zabezpieczenie zerowo-prądowe typu RIG. Zabezpieczenie typu RIG nie posiada układu nastawialnej zwłoki czasowej, co utrudnia lub uniemożliwia uzyskanie wybiórczości podłużnej bez stosowania dodatkowych przekazników czasowych. Przekaznik z automatycznym wybieraniem rodzaju pracy zainstalowany w polu rozdzielczym bez filtra składowej zerowej napięcia samoczynnie przełączy się w przypadku zwarcia z ziemią na pracę zerowo-prądową i poda impuls wyłączający z nastawioną zwłoką czasową. Układ opóźnienia czasowego stanowi przy tym (podobnie jak w ZSG-6) integralną część zabezpieczenia. Jednocześnie w stosunku do zabezpieczenia ZSG-6 przewidywane jest zwiększenie stopni nastawień czasowych, co jest szczególnie istotne przy instalowaniu przekaznika w kopalniach w większej ilości rozdzielni pośrednich.

Nowy typ przekaznika oznaczony jest symbolem UPZ (uniwersalny przekaznik ziemnozwarciowy). Produkcja przekaznika zostanie uruchomiona w Zakładach Elektroniki Górniczej ZEG EMAG w Tychach. Ustalono następujące najważniejsze parametry przekaznika:

Napięcie zasilania	100 V, 50 Hz
Dopuszczalny zakres zmian napięcia zasilania	(80-110 V)
Czułość prądowa przekaznika (prąd pierwotny przekładnika IO1s lub IO2s)	1,0 A
Wartości nastawcze dla składowej zerowej prądu	1,0 A; 3,0 A; 5,0 A; 6,0 A

Nominalne wartości składowej zerowej napięcia	100 V, 50 Hz
Dopuszczalny zakres zmian składowej zerowej napięcia	(30-110) V
Czas własny działania przełącznika	100 ms
Czas działania przełącznika dla poszczególnych nastawień czasowych	0,4s; 0,7s; 1,0s; 1,3s; 1,6s; 1,9s; 2,2s; 2,5s
Zakres dopuszczalnych zmian temperatury otoczenia	+ 5°C - + 45°C
Dopuszczalna wilgotność względna	95%

Przełącznik wyposażony będzie również w układ kontrolno-ochronny działający na zasadzie identycznej jak człon "B" w zabezpieczeniu ZSG-6.

4. Przewoźne transformatorowe stacje separacyjne (transformatory izolujące)

Jak już wspomniano w p. 1, jednym z zasadniczych zadań urządzeń ochrony ziemnozwarciowej w kopalniach metanowych powinno być ograniczenie wartości prądów ziemnozwarciowych. W układach już eksploatowanych jedyną realną i technicznie uzasadnioną możliwością zrealizowania tej koncepcji stwarza stosowanie lokalnych transformatorów izolujących. Transformatory takie o przekładni 1:1 (6000 V/6000 V), zainstalowane w wybranych punktach układu, pozwalają na praktycznie dowolny podział galwaniczny sieci i ograniczenie do minimum wartości prądów zwarcia z ziemią.

W pierwszym rzędzie transformatory izolujące powinny być stosowane przy elektryfikacji wyrobisk z wentylacją lutniową w polach IV kategorii zagrożenia metanowego. Zgodnie z § 459 p. 2.2 "Szczegółowych przepisów ..." dopuszcza się eksploatację w tego typu wyrobiskach transformatora oddziałowego zasilanego napięciem 6 kV pod warunkiem, że prąd ziemnozwarciowy sieci, z którego zasilany jest transformator, nie przewyższa wartości 30 A.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa celowe jest, by transformator izolujący umieszczony był możliwie blisko przewoźnej oddziałowej stacji transformatorowej. Uzyska się przez to ograniczenie prądów zwarcia z ziemią do wartości rzędu amperów. Konieczne jest przy tym spełnienie warunku apieczynowego w § 459 p. 2.4 "Szczegółowych przepisów...". by transformator izolujący (separacyjny) ustawiony był w wyrobisku z przepływowym prądem świeżego powietrza.

Obecnie w kraju dla potrzeb górnictwa uruchomiona została produkcja przewoźnych transformatorowych stacji separacyjnych typu IT35b - 600/6/6 o następujących danych technicznych:

Moc	- 600 kVA
Napięcie strony pierwotnej	- 6300 V
Napięcie strony wtórnej	- 6500 V

Napięcie zwarcia	- 4,2%
Częstotliwość sieci	- 50 Hz
Grupa połączeń	- Yy6
Masa	- 4700 kg

Ochronę ziemnozwarciową stacji stanowi układ "otwartego trójkąta", na wyjściu którego znajduje się przekaźnik nadnapięciowy. Zastosowanie w stacji tradycyjnego przekaźnika ziemnozwarciowego jest praktycznie niemożliwe ze względu na fakt, że stacja przewidziana jest w zasadzie do zasilania pojedynczego odpływu; składowa zerowa prądu na początku linii jest wówczas równa zeru.

W przypadku zwarcia z ziemią na odpływie stacji styki przekaźnika nadnapięciowego zwierają obwód kontrolny i ochronny. Zwarcie tych obwodów powoduje zadziałanie części "B" zabezpieczenia typu ZSG-6 umieszczonego w wyłączniku wysokiego napięcia przewidzianego do łączenia stacji.

Schemat funkcjonalny systemu ochrony ziemnozwarciowej przy stosowaniu transformatora izolującego przedstawiono na rys. 1.

Przy ustawieniu stacji transformatorowej separacyjnej w wyrobisku z przepływowym prądem świeżego powietrza a stacji oddziałowej w wyrobisku z wentylacją lutniową połączenie pomiędzy obydwiema stacjami powinno być dokonane za pomocą kabli ekranowanych. Jednocześnie na odcinku: wyłącznik 6 kV - stacja separacyjna może być stosowany dopuszczony do eksploatacji kabel nieekranowany.

Ze względu na duży stan zagrożenia istniejący w wyrobiskach z wentylacją lutniową można zalecić, by w warunkach kopalń zaliczonych do IV kategorii zagrożenia metanowego kable pracowały w układzie z dwoma ekranami: kontrolnym (zewnątrznym umieszczonym bezpośrednio pod osłoną zewnętrzną) i ochronnym (wewnętrznym w postaci ekranów indywidualnych na żyłach roboczych). Należy zaznaczyć, że zalecenie to nie jest w sposób ścisły sprecyzowane w obowiązujących przepisach; dla spełnienia wymagań przepisów wystarczające jest stosowanie kabli z pojedynczym ekranem uziemionym.

Dla zapewnienia współpracy kabla z dwoma ekranami z członem "B" zabezpieczenia ZSG-6 konieczne jest połączenie zacisku 4 zabezpieczenia zlokalizowanego w wyłączniku 6 kV z zaciskiem ekranu kontrolnego w stacji separacyjnej. W związku z powyższym wzdłuż trasy kabla nieekranowanego na odcinku: wyłącznik 6 kV - stacja separacyjna powinien być ułożony dodatkowo kabel sygnalizacyjny.

Ciągłość obwodu ekranu ochronnego (zacisk 3 zabezpieczenia) jest zapewniona przez system uziemiających przewodów ochronnych i kontrolowana przez człon "B" zabezpieczenia ZSG-6.

W stacji transformatorowej oddziałowej zasilanej z transformatora izolującego należy w tym układzie przewidzieć podłączenie rezystora równoważącego. Rezystor powinien być podłączony pomiędzy ekran kontrolny i ochronny.

Na podstawie podanych wyżej stwierdzeń zalecić można przy stawianiu stacji separacyjnej dobór następujących elementów sieci:

- I Wyłącznik 6 kV - rozdzielnica typu ROK-6 z zabezpieczeniem ziemnozwarciowym ZSG-6 (człon "A" + człon "B").
- II Linia: wyłącznik - stacja separacyjna (linia prowadzona w przepływowym prądzie świeżego powietrza).
Kabel 6 kV typu: Kft, Kfp, Kfo, Kfty, Kfpy, Kfoy, Knft, Knfp, Knfy, Knfty, Knfpy, Knfoy lub inny dopuszczony przez MG z dodatkowo ułożonym wzdłuż trasy kablem 2-żyłowym o przekroju żył roboczych $2,5 \text{ mm}^2$ typu np. YKYFpy, YKYFty, YKYFty.
- III Stacja transformatorowa izolująca - stacja typu IT3Sb 600/6/6 z przekładnikami napięciowymi w układzie "otwartego trójkąta" i przekaznikiem nadmiarowo-napięciowym.
- IV Linia: stacja separacyjna - stacja transformatorowa oddziałowa.
Kabel ekranowany typu YHKXy, YKeky (krajowe) względnie NYCEYSYQY (importowany) z ekranem kontrolnym odizolowanym od ochronnego.
- V Stacja transformatorowa oddziałowa - stacja typu IT3Sb z wbudowanym rezystorem równoważącym.

Jak już wspomniano, na linii IV można zgodnie z przepisami zastosować kabel z pojedynczym ekranem uziemionym, np. typu 3HKYFpy, 3HKnFpy (krajowe) względnie VHMV (importowany) - lub YHKXy, YKeky i NYCEYSYQY ze zwanymi i połączonymi z ziemią wszystkimi ekranami i ew. pancierzem. W tym przypadku instalacja może być wykonana w dwu wersjach:

- 1) rezystor równoważący umieszczony jest w oddziałowej stacji transformatorowej, przy czym wzdłuż trasy kabla ekranowanego należy dodatkowo prowadzić kabel 2-żyłowy dla zapewnienia ciągłości obwodu kontrolnego.
- 2) rezystor równoważący umieszczony jest w stacji separacyjnej - wzdłuż trasy kabla ekranowanego nie wymaga się prowadzenia dodatkowego kabla.

5. Zakończenie

Z analizy ogólnych warunków bezpieczeństwa stosowania energii elektrycznej w podziemiach kopalń metanowych wynika, że podstawową rolę odgrywają w tym zakresie urządzenia ochrony ziemnozwarciowej. Na podstawie prowadzonych w zapleczu naukowo-badawczym resortu górnictwa prac sformułować można następujące zalecenia mające na celu ograniczenie zagrożenia wybuchowego, szczególnie w warunkach kopalń zaliczonych do IV kategorii zagrożenia metanowego:

1. Nowe instalacje sieci o napięciu do 1 kV powinny być wyposażone w zabezpieczenia upływowe typu CZU. Celowe jest, by współpracowały one z blo-

kującymi przekaźnikami upływowymi o parametrach jak stosowane w łącznikach manewrowych typu OW.

2. Należy w możliwie szybkim terminie uruchomić produkcję i wdrożyć do podziemi kopalń nowy uniwersalny przekaźnik ziemnozwarciowy typu UPZ dla sieci 6 kV.

3. Należy dążyć do sukcesywnej realizacji separacji końcowych odcinków sieci 6 kV przez wprowadzenie stacji transformatorowych izolujących. W pierwszym rzędzie zalecenie to powinno dotyczyć instalacji elektrycznych o napięciu 6 kV w wyrobiskach przewietrzanych wentylacją lutniową.

LITERATURA

- [1] Krasucki F.: Teoretyczne i techniczne kryteria bezpieczeństwa w elektroenergetycznych sieciach górniczych. Rozprawa doktorska. Politechnika Śląska, 1966.
- [2] Krasucki F.: Problemy niezawodności oraz bezpieczeństwa elektryfikacji i automatyzacji podziemi kopalń węgla. Praca habilitacyjna. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Nr 328, 1972, Górnictwo z. 51.
- [3] Boron W., Gruszczyński P., Krasucki F., Wnuk A. St.: Kable i przewody oponowe górnicze dla kopalń o wzmożonym zagrożeniu metanowym. Referat na Sympozjum Naukowe Kom. Górnictwa PAN "Kierunki zwiększenia bezpieczeństwa elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych". Gliwice, grudzień 1976.
- [4] Boron W., Pudełko H.: Wybrane kryteria bezpieczeństwa eksploatacji dolowych układów elektroenergetycznych wysokiego napięcia. "Bezpieczeństwo pracy w górnictwie" Nr 3(20), 1973.
- [5] Boron W., Kamiński M.: Wytyczne doboru, nastawień i instalowania zabezpieczeń ziemnozwarciowych w sieciach górniczych wysokiego napięcia. ZKMPW. Poradnik Nr 245 - 1972.
- [6] Prace naukowo-badawcze OER SMEAG.

ИЗБРАННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В ШАХТАХ ОПАСНЫХ ПО МЕТАНУ

Резюме

В докладе обсуждается значение устройств защиты от замыкания на землю, как средства уменьшающего взрывоопасность в шахтах опасных по метану. Дается предел применения и степень охраны полученные при использовании в сетях 500 и 1000 В защиты утечек. Представлена новая концепция применения в сетях 6000 В универсальных преобразователей замыкания на землю с автоматическим выбором вида работы. Излагаются принципы постройки и монтажа передвижных трансформаторных сепарационных станций, дающих возможность значительно ограничить значения токов замыкания на землю на наиболее невральгических участках сети.

SOME ASPECTS OF EARTH FAULT PROTECTION IN METHANE HAZARD MINES

Summary

The paper discusses the significance of earth fault protection arrangements as reducing explosion hazards in methane mines. The usage range and protection rates have been given for 500 and 1000 V leak safeguards.

A new concept of using universal earth fault relays with an automatic choice of work type has been shown along with the principles of building and installing portable separation stations allowing for a significant reduction of earth fault currents in dangerous parts of the network.

Streszczenie. Rozważano w przybliżeniu możliwości skutecznego zabezpieczenia sieci energetycznych w kopalniach metanu przed skutkami uszkodzeń izolacji. Podano zakres i skuteczność zabezpieczeń dla urządzeń 500 i 1000 V. Przedstawiono koncepcję uniwersalnego zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym z automatycznym wyborem rodzaju pracy i zasady budowy i instalacji przenośnych stacji rozdzielających, pozwalających na istotną redukcję prądów zwarciowych w niebezpiecznych częściach sieci.

1. Wprowadzenie

Ważnym zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa ludzi i urządzeń w kopalniach metanu przed skutkami uszkodzeń izolacji. W tym celu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym. W kopalniach metanu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym, które w zależności od rodzaju sieci i rodzaju uszkodzenia izolacji, mogą być różnego rodzaju. W kopalniach metanu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym, które w zależności od rodzaju sieci i rodzaju uszkodzenia izolacji, mogą być różnego rodzaju. W kopalniach metanu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym, które w zależności od rodzaju sieci i rodzaju uszkodzenia izolacji, mogą być różnego rodzaju.

Ważnym zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa ludzi i urządzeń w kopalniach metanu przed skutkami uszkodzeń izolacji. W tym celu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym. W kopalniach metanu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym, które w zależności od rodzaju sieci i rodzaju uszkodzenia izolacji, mogą być różnego rodzaju. W kopalniach metanu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym, które w zależności od rodzaju sieci i rodzaju uszkodzenia izolacji, mogą być różnego rodzaju.

Ważnym zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa ludzi i urządzeń w kopalniach metanu przed skutkami uszkodzeń izolacji. W tym celu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym. W kopalniach metanu stosuje się zabezpieczenia przed zwarciem doziemnym, które w zależności od rodzaju sieci i rodzaju uszkodzenia izolacji, mogą być różnego rodzaju.