

Winicjusz BORON

Henryk SKOWRON

ZASADY DOBORU ŚRODKÓW OCHRONNYCH SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH W POLACH IV KATEGORII ZAGROŻENIA METANOWEGO

Streszczenie. W referacie omówiono klasyfikację i ocenę skuteczności działania środków ochronnych w sieciach elektroenergetycznych eksploatowanych w polach IV kategorii zagrożenia metanowego. Określono liczbowo zagrożenia metanowe oraz zagrożenia od narażeń mechanicznych dla typowych wyrobisk i instalacji. Na podstawie dokonanych klasyfikacji zaproponowano metodę doboru środków ochronnych dla konkretnych warunków eksploatacji. Podano przykłady zastosowań opracowanej metody doboru.

1. WSTĘP

Zgodnie z ustaleniami § 20 ust. 1 Działu XVII "Szczegółowych przepisów prowadzenia ruchu i gospodarki złożem w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny i brunatny" [1] w polach IV kategorii zagrożenia metanowego w pomieszczeniach i wyrobiskach ze stopniem "c" niebezpieczeństwa wybuchu należy stosować ekranowane kable i przewody oponowe. Użyte w "Szczegółowych przepisach..." sformułowanie wymaga komentarze i bliższego wyjaśnienia. Termin "kabel lub przewód oponowy ekranowany" nie precyzuje jednoznacznie wymaganej budowy lub konstrukcji (może to być np. kabel z ekranem ogólnym lub indywidualnym, z ekranem pojedynczym lub dwoma ekranami itp.). Jednocześnie stwierdzić należy, że sam kabel lub przewód oponowy ekranowany bezpośrednio nie przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa eksploatacji. Dopiero stworzenie środka ochronnego w postaci systemu, w którym kabel lub przewód oponowy ekranowany współpracuje z odpowiednim urządzeniem zabezpieczającym, stanowi układ pozwalający na poprawę bezpieczeństwa eksploatacji sieci [4].

Zaznaczyć także należy, że w obowiązujących wymaganiach nie znalazł w pełni odzwierciedlenia fakt, że wyrobiska dołowe są silnie zróżnicowane pod względem rzeczywiście występujących narażeń mechanicznych i zagrożeń naturalnych. Dotyczy to w szczególności zagrożeń metanowych, wynikających ze skuteczności przewietrzania.

Z punktu widzenia wymagań w zakresie bezpieczeństwa eksploatacji najbardziej wskazane byłoby przewidywanie dla wszystkich omawianych wyrobisk i pomieszczeń jednakowych, najbardziej skutecznych przy obecnym stanie

techniki, środków ochronnych. Przyjęcie takiego rozwiązania jest jednak, przy uwzględnieniu realnych możliwości produkcyjnych krajowego przemysłu i ograniczeń w zakresie importu, niemożliwe a również niewskazane ze względu na wymagany stopień pewności ruchowej (nieuniknioną konsekwencją zastosowania środków ochronnych o dużej skuteczności działania jest zwiększenie liczby wyłączeń sieci) [3, 4].

Z powyższych stwierdzeń wynika celowość opracowania zasad, którymi należy się kierować przy doborze odpowiednich środków ochronnych dla konkretnych instalacji. Zasady te powinny uwzględniać charakterystykę wyrobiska oraz warunki instalacji. Opracowanie i przestrzeganie podanych zasad pozwoli na wyeliminowanie często występujących obecnie sytuacji, w których np. deficytowy kabel z ekranami indywidualnymi jest stosowany w wyrobiskach przewietrzanych opływowym świeżym prądem powietrza przy jednoczesnym braku takich kabli w pomieszczeniach znacznie bardziej zagrożonych (np. zasilanie przewoźnych stacji transformatorowych w wyrobisku z wentylacją lutniową).

Przyjęcie i stosowanie zaproponowanych w niniejszym artykule zasad doboru środków ochronnych w zależności od napięcia znamionowego oraz specyfiki wyrobiska i instalacji umożliwi przede wszystkim bardziej racjonalną gospodarkę kablami i przewodami oraz pozwoli na zobiektywizowanie dokonywanego obecnie, raczej intuicyjnie, stopniowania środków ochronnych, a tym samym przyczyni się do podwyższenia faktycznego bezpieczeństwa eksploatacji sieci.

2. KLASYFIKACJA ORAZ OCENA SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA ŚRODKÓW OCHRONNYCH

Jak już wspomniano, stosowane środki ochronne składają się z dwóch następujących podstawowych elementów:

- kabla lub przewodu oponowego o odpowiedniej konstrukcji,
- urządzenia kontrolno-ochronnego, działającego na wyłączenie.

Dokonana klasyfikacja [2] środków ochronnych stosowanych w górnictwie krajowym pozwala na wydzielenie następujących grup kabli i przewodów oponowych:

- A - przewody oponowe nieekranowane oraz kable nieopancerzone bez powłoki metalowej,
- B - kable nieopancerzone w powłoce metalowej, kable opancerzone oraz przewody oponowe z ekranem ogólnym,
- C - kable i przewody oponowe z uziemionymi ekranami indywidualnymi żył roboczych,
- D - kable i przewody oponowe z dwoma ekranami: ekranami indywidualnymi uziemionymi oraz ekranem ogólnym izolowanym od ziemi.

Tablica 1

Skuteczność działania środków ochronnych (wg [2])

Struktura środków ochronnych		Współczynnik skuteczności działania s							
		AI	BI	AII	BII	CII	DIII		
Rodzaj zagrożenia Napięcie znamionowe sieci	≤ 220 V	np. OnG + PSN	np. YKYFty+PSN	np. OnG+PSN+ +CZUW	np. KFP+PNWE+ +UPZ	np. OnGcektz+PSN+ +CZUW	np. YHKGKeKy PNWE+UPZ Człon "A" i "B"		
	500 V, 1000 V	1	2	3,5	4,5	5	5	5	
	6000 V	1	1,5	3	4	5	5	5	
Raźniowe	≤ 220 V	1	1	2	3	4	5	5	
	500 V, 1000 V	1	1,5	3	3	5	5	5	
	6000 V	1	1	2	3	4	5	5	
Pożarowe	≤ 220 V	1,5	2	3	4	5	5	5	
	500 V, 1000 V	1	1	2	2	4,5	5	5	
	6000 V	1	1	2	2	3	5	5	
Wybuchowe	≤ 220 V	1	1	2	2	3	5	5	
	500 V, 1000 V	1	1	2	2	4,5	5	5	
	6000 V	1	1	2	2	3	5	5	
Współczynnik wypadkowy s ₀	≤ 220 V	1,44	2,15	3,48	4,16	5	5	5	
	500 V, 1000 V	1	1,31	2,62	2,88	4,83	5	5	
	6000 V	1	1	2	2,62	3,63	5	5	

W zakresie urządzeń kontrolno-zabezpieczających wydzielić można następujące grupy:

- I - zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe (ZNP),
- II - ZNP i zabezpieczenie ziemnozwarciowe (ZZ) lub upływowo (ZU),
- III - ZNP, ZZ lub ZU oraz układ kontroli stanu powłoki wewnętrznej i osłony zewnętrznej kabla lub przewodu oponowego (ZOZ).

W wyniku podanego podziału na grupy oraz analizy funkcji ochronnych można wyróżnić następujące struktury środków ochronnych: AI, BI, AII, BII, CII, DIII.

Skuteczność działania poszczególnych struktur została określona [2] wg skali 5-punktowej przy przyjęciu następujących zasad umownych:

<u>Skuteczność działania</u>	<u>Liczba punktów</u>
b. mała	1
mała	2
średnia	3
duża	4
b. duża	5

Skuteczność działania przyjętych struktur środków ochronnych dla poszczególnych typów zagrożeń w zależności od napięcia znamionowego sieci przedstawiono w tabelicy 1.

W stosunku do zasad określonych w [2] przyjęto następujące modyfikacje:

1. Wprowadzono dodatkowo napięcie znamionowe sieci $U \leq 220$ V.
2. Skuteczność działania wypadkową określono jako wartość średnią geometryczną z zależności:

$$s_0 = \sqrt[3]{s_r \cdot s_p \cdot s_w}$$

gdzie:

s_r , s_p , s_w - skuteczności działania cząstkowe określone odpowiednio dla zagrożenia rażeniowego, pożarowego i wybuchowego.

3. KLASYFIKACJA WYROBISK W POLACH IV KATEGORII W ZALEŻNOŚCI OD ZAGROŻENIA METANOWEGO I NARAŻEŃ MECHANICZNYCH

Wyrobiska i pomieszczenia, w których instalowane są kable i przewody oponowe charakteryzują się różnym stopniem zagrożenia wybuchowego. W szczególności dotyczy to prawdopodobieństwa koncentracji metanu do wartości niebezpiecznych.

Z danych statystycznych, uzyskanych na podstawie wieloletnich rejestracji nagromadzeń metanu wynika, że w wyrobiskach przewietrzanych świeżym

prądem powietrza, w normalnych warunkach przewietrzenia, duże koncentracje metanu są stosunkowo rzadkie.

W ścianach, w chodnikach przyscianowych z zużytym prądem powietrza oraz w wyrobiskach z wentylacją odrębną zagrożenie wybuchem jest zdecydowanie większe, chociaż i w tych przypadkach występują pewne zróżnicowania.

Podobna sytuacja istnieje w zakresie narażeń mechanicznych. Ogólnie stwierdzić można, że źródłem narażeń mechanicznych są głównie:

- urządzenia transportowe w ruchu,
- roboty strzałowe,
- opad skał,
- częsta zmiana położenia (zmiana lokalizacji) maszyn i urządzeń,
- uszkodzenia narzędziami.

Występowanie ww. czynników powinno stanowić główne kryterium podziału klasyfikacyjnego wyrobisk przy doborze środków ochronnych. Jest przy tym rzeczą oczywistą, że zagrożenie od narażeń mechanicznych może być wydatnie zmniejszone przez odpowiednie prowadzenie sieci (np. zawieszenie kabli powyżej środków przewozu takich jak lokomotywy i wozy) i zabezpieczenie dodatkowymi osłonami mechanicznymi w miejscu przebudowy wyrobisk, w tamach, w miejscu rozładunku materiału itp.

W tabelicy 2 zestawiono zaproponowane wartości współczynników zagrożeń metanowych i od narażeń mechanicznych dla poszczególnych wybranych typów wyrobisk [5]. Dla każdego zagrożenia i typu wyrobiska określono umowną wartość liczbową współczynnika wg następującej zasady:

<u>Zagrożenie</u>	<u>Liczba punktów</u>
b. małe	1
małe	2
średnie	3
duże	4
b. duże	5

Wartość współczynnika wypadkowego, zdefiniowanego jako wartość średnia geometryczna z wartości współczynników zagrożenia metanowego i zagrożenia od narażeń mechanicznych, określono z zależności:

$$k_w = \sqrt{k_m \cdot k_u},$$

gdzie:

k_w - wartość współczynnika zagrożenia wypadkowego,

k_m - wartość współczynnika zagrożenia metanowego,

k_u - wartość współczynnika zagrożenia od narażeń mechanicznych.

Tablica 2

Współczynniki uwzględniające udział zagrożeń metanowych i narażeń mechanicznych w wybranych wyrobiskach

Rodzaj wyrobiska	Współczynnik	dla występującego zagrożenia meta- nowego k_m	od narażeń mechanicznych k_u	wypadkowy k_w
Szyby wdechowe		1	2	1,41
Szyby wydechowe		4	2,5	3,16
Podszycia szybów wdechowych		1	2	1,41
Podszycia szybów wydechowych		4	2,5	3,16
Przekopy i chodniki główne - świeży prąd powietrza		1	2,5	1,58
Wyrobiska w oddziałach - świeży prąd powietrza	poziome	3	3	3
	pochyłe		4	3,46
Wyrobiska w oddziałach - zużyty prąd powietrza	poziome	4	3	3,46
	pochyłe		4	4
Wyrobiska przyścianowe - świeży prąd powietrza		3,5	4	3,74
Wyrobiska ścianowe		4	5	4,47
Wyrobiska przyścianowe - zużyty prąd powietrza		4,5	4,5	4,5
Wyrobiska poza oddziałami - zużyty prąd powietrza		4	3	3,46
Wyrobiska przygotowawcze i udostępniające - wentylacja odrębna		5	5	5

Podane w tabelicy wartości współczynników traktować należy jako wartości uśrednione. Oznacza to, że w niektórych uzasadnionych przypadkach stosować można współczynniki skorygowane, obliczone wg zależności:

$$k'_m = k_m \cdot c_m,$$

$$k'_u = k_u \cdot c_u,$$

gdzie:

k'_m, k'_u - współczynniki skorygowane,

k_m, k_u - współczynniki ustalone zgodnie z wartościami podanymi w tabelicy 2,

c_m, c_u - współczynniki korekcyjne.

Współczynniki c_m i c_u mogą przyjmować wartości zarówno większe, jak i mniejsze od 1. Przykładowo:

- jeżeli w wyrobisku z wentylacją lutniową "czas krytyczny" (tj. czas postoju wentylatora lutniowego, po którym następuje przekroczenie dopuszczalnego stężenia metanu) jest odpowiednio długi (np. $t_k > 1,5$ h), można przyjąć $c_m = 0,8$.
- jeżeli w wyrobisku pochyłym realizowany jest transport linowy, należy przyjmować $c_u = 1,2$.

4. DOBÓR STRUKTURY ŚRODKÓW OCHRONNYCH

Przyjmując pewne założenia upraszczające można stwierdzić, że bezpieczeństwo eksploatacji jest funkcją występujących zagrożeń i narażeń oraz zastosowanych środków ochronnych.

Z przeprowadzonych rozważań wynika, że bezpieczeństwo eksploatacji sieci elektroenergetycznych w podziemiach kopalń będzie tym większe, im większy będzie stosunek wypadkowego współczynnika skuteczności działania środków ochronnych s_o do wypadkowego współczynnika zagrożenia k_w . Można więc napisać:

$$B = \frac{s_o}{k_w},$$

gdzie:

B - współczynnik bezpieczeństwa eksploatacji,

s_o - wypadkowy współczynnik skuteczności działania zastosowanych środków ochronnych,

k_w - wypadkowy współczynnik zagrożenia wyrobiska.

Po przekształceniu powyższej zależności:

$$s_o = B \cdot k_w \cdot$$

Przy prawidłowym doborze struktury środka ochronnego, dla instalacji eksploatowanej w wyrobisku o wypadkowym współczynniku zagrożenia równym k_{w1} i założonym stopniu bezpieczeństwa eksploatacji B_1 , musi być spełniony warunek:

$$s_{o1} \geq B_1 \cdot k_{w1} \cdot$$

gdzie s_{o1} oznacza wypadkową skuteczność działania prawidłowo dobranej struktury środka ochronnego.

Jako minimalną wymaganą wartość współczynnika bezpieczeństwa eksploatacji należy przyjmować do dalszych obliczeń:

$$B_{\min} = 1 \cdot$$

Przyjęta minimalna wartość B_{\min} wynika głównie z faktu, że umowne wartości zarówno minimalne, jak i maksymalne współczynników skuteczności i zagrożenia są takie same:

$$s_{w\min} = k_{w\min} \cdot$$

$$s_{w\max} = k_{w\max} \cdot$$

Na podstawie przeprowadzonych rozważań można stwierdzić, że dobór odpowiedniej struktury środków ochronnych dla konkretnych warunków instalacji sprowadza się do następującego trybu postępowania:

1. Należy przyjąć wymaganą minimalną wartość współczynnika bezpieczeństwa eksploatacji $B_{\min} = 1$.

2. Dla danej instalacji i typu wyrobiska należy określić wg tablicy 2 wartości współczynników zagrożeń k_{m1} i k_{u1} (z ewentualnym uwzględnieniem współczynników korekcyjnych c_{m1} i c_{u1}) oraz wartość wypadkowego współczynnika k_{w1} .

3. Należy obliczyć wymaganą wartość współczynnika skuteczności działania środka ochronnego z zależności:

$$s_{o1} = B_{\min} \cdot k_{w1} \cdot$$

4. Z tablicy 1 należy dobrać odpowiednią strukturę s_{od} środka ochronnego tak, by spełniona była zależność:

$$s_{od} > s_{o1} \cdot$$

5. Rzeczywistą wartość współczynnika bezpieczeństwa eksploatacji należy obliczyć z zależności:

$$B = \frac{s_{od}}{k_{w1}} \geq 1.$$

Przykłady zastosowań

I. Dobrać strukturę środka ochronnego dla instalacji sieci wiertarkowej o napięciu znamionowym 3 x 220 V.

Tok postępowania:

1. Przyjmujemy $B_{min} = 1$.
2. Zakładając, że instalacja eksploatowana będzie w wyrobisku ścianowym, odczytujemy z tablicy 2:

$$k_{m1} = 4; \quad k_{U1} = 5; \quad k_{w1} = 4,47.$$

3. Obliczamy wymaganą wartość współczynnika skuteczności działania

$$s_{O1} = B_{min} \cdot k_{w1} = 4,47.$$

4. Z tablicy 1 dobieramy dla napięcia $U_r = 220$ V środek ochrony o wypadkowym współczynniku skuteczności działania

$$s_{od} \geq 4,47.$$

Jest nim środek ochronny o strukturze CII ze skutecznością działania $s_{od} = 5$, a więc np. układ: zespół wiertarkowy typu OZTU, wyposażony w zabezpieczenia upływowe oraz przewód oponowy z ekranami indywidualnymi typu YOGYek.

5. Obliczamy rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa eksploatacji

$$B = \frac{s_{od}}{k_{w1}} = 1,12 > B_{min} = 1.$$

II. Dobrać środek ochronny dla instalacji 6 kV zasilającej stację transformatorową zainstalowaną w wyrobisku przygotowawczym z wentylacją lutniową, przy czym czas krytyczny $t_k = 2$ h.

Tok postępowania:

1. Przyjmujemy $B = 1$.
2. Z tablicy 2 odczytujemy

$$k_{m1} = 5; \quad k_{U1} = 5.$$

Uwzględniając stosunkowo dużą wartość czasu krytycznego obliczamy skorygowane wartości k'_m i k'_{w1} , przyjmując $c_m = 0,75$:

$$k'_{m1} = k_m \cdot 0,75 = 3,75,$$

$$k'_{w1} = \sqrt{k'_{m1} \cdot k_{U1}} = 4,33.$$

3. Obliczamy wymaganą wartość współczynnika skuteczności działania:

$$s_{o1} = B_{\min} \cdot k'_{w1} = 4,33.$$

4. Z tablicy 1 dobieramy dla napięcia 6000 V środek ochronny o wypadkowym współczynniku skuteczności działania:

$$s_{od} \geq 4,33.$$

Jest nim środek ochronny o strukturze DIII ze skutecznością działania $s_{od} = 5$, a więc np. układ: pole rozdzielcze ROK-6 wyposażone w zabezpieczenie ziemnozwarciowe typu UPZ-12 z członem "A" i "B" oraz kabel z dwoma ekranami typu YHKGXeky.

5. Obliczamy rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa eksploatacji instalacji:

$$B = \frac{s_{od}}{k'_{w1}} = 1,15 > B_{\min} = 1.$$

III. Dobrać środek ochronny dla instalacji sygnalizacji szybowej w szybie wdechowym.

Tok postępowania:

1. Przyjmujemy $B_{\min} = 1$.
2. Z tablicy 2 odczytujemy:

$$k_{m1} = 1; \quad k_{U1} = 2; \quad k_{w1} = 1,41.$$

3. Obliczamy wymaganą wartość współczynnika skuteczności działania:

$$s_{o1} = B_{\min} \cdot k_{w1} = 1,41.$$

4. Z tablicy 1 dobieramy dla napięcia $U_n \leq 220$ V środek ochronny o wypadkowym współczynniku skuteczności działania

$$s_{od} \geq 1,41.$$

Są nimi środki ochronne o strukturze AI i BI. Uwzględniając, że instalacja prowadzona będzie w szybie, powinien być zastosowany środek BI o wypadkowym współczynniku skuteczności działania $s_{od} = 2,15$, a więc np. układ: dowolny typ dopuszczonego do eksploatacji kabla sygnalizacyjnego opancerzonego drutami stalowymi z zabezpieczeniem nadmiarowo-prądowym.

5. Obliczamy rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa eksploatacji:

$$B = \frac{s_{od}}{k_{w1}} = 1,52 > B_{min} = 1.$$

IV. Dobrać środek ochronny dla instalacji 1000 V zasilającej przenośnik w wyrobisku przyścianowym w zużytym prądzie powietrza. Wyrobisko jest "trudne w utrzymaniu".

Tok postępowania:

1. Przyjmujemy $B_{min} = 1$.
2. Z tablicy 2 odczytujemy:

$$k_{m1} = 4,5; \quad k_{u1} = 4,5.$$

Uwzględniając zwiększony stan narażeń mechanicznych (zagniatanie) obliczamy skorygowaną wartość współczynnika k'_{u1} , przyjmując $c_u = 1,2$:

$$k'_{u1} = c_u \cdot k_u = 5,4,$$

$$k'_{w1} = \sqrt{k_{m1} \cdot k'_{u1}} = 4,93.$$

3. Obliczamy wymaganą wartość współczynnika skuteczności działania:

$$s_{o1} = B_{min} \cdot k'_{w1} = 4,93.$$

4. Z tablicy 1 dobieramy do napięcia 1000 V środek ochronny o wypadkowym współczynniku skuteczności działania:

$$s_{od} \geq 4,93.$$

Mógłby nim być środek ochronny o strukturze DIII ze skutecznością działania $s_o = 5$. Środek o tej strukturze wymaga stosowania przewodu oponowego lub kabla z dwoma ekranami oraz odpowiedniego zabezpieczenia. Ze względu na brak możliwości realizacji technicznej (ten typ środka ochronnego nie jest przewidziany dla sieci o napięciu niższym od 6 kV) i z uwagi na bezpieczeństwo nie należy w tym wyrobisku stosować energii elektrycznej o napięciu znamionowym 1000 V.

5. Obliczamy rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa eksploatacji w przypadku zastosowania w instalacji środka ochronnego o strukturze CII (środek o najwyższej skuteczności działania przewidziany do sieci 1000 V):

$$B = \frac{s_o}{k_{w1}} = 0,98 < B_{\min} = 1.$$

V. Dobrać środek ochronny dla instalacji 1000 V zasilającej kombajn w wyrobisku ścianowym.

Tok postępowania:

1. Przyjmujemy $B_{\min} = 1$
2. Z tablicy 2 odczytujemy:

$$k_{m1} = 4; \quad k_{u1} = 5; \quad k_{w1} = 4,47.$$

3. Obliczamy wymaganą wartość współczynnika skuteczności działania:

$$s_{o1} = B_{\min} \cdot k_{w1} = 4,47.$$

4. Z tablicy 1 dobieramy dla napięcia 1000 V środek ochrony o wypadkowym współczynniku skuteczności działania:

$$s_{od} \geq 4,47.$$

Jest nim środek ochrony o strukturze CII ze skutecznością działania $s_o = 4,83$, a więc np. układ: stacja transformatorowa wyposażona w centralne zabezpieczenie upływowe typu CZUW-10, łącznik manewrowy z blokującym przekaźnikiem ziemnozwarciowym typu PZ-311 oraz przewód oponowy z ekranami indywidualnymi typu OnGcekHz.

5. Obliczamy rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa eksploatacji:

$$B = \frac{s_{od}}{k_{w1}} = 1,08 > B_{\min} = 1.$$

5. WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

1. Zaproponowana metoda doboru środków ochronnych do konkretnych warunków wyrobiska i instalacji pozwala na częściowe zobiektywizowanie zasad doboru przewodów oponowych i kabli oraz urządzeń zabezpieczających. Stosowanie zaproponowanej metody umożliwi racjonalizację gospodarki w zakresie przede wszystkim ekranowanych przewodów oponowych i kabli oraz stosowanie ich w pierwszej kolejności przede wszystkim w wyrobiskach najbardziej zagrożonych.

2. Dobór środka ochronnego powinien być przeprowadzony z uwzględnieniem wartości współczynników podanych w tablicach 1 i 2. Szczególną uwagę należy przy tym zwrócić na prawidłowość określenia współczynników wg tablicy 2 i uwzględnienia współczynników korekcyjnych; powinny one być dobierane z uwzględnieniem specyfiki wyrobiska, a w szczególności skuteczności przewietrzania oraz narażeń mechanicznych.

3. Na podstawie analizy stwierdzić można, że aktualnie istniejące środki techniczne umożliwiają w zasadzie pełną realizację zaproponowanych zasad doboru. Dotyczy to zarówno kabli i przewodów oponowych, jak i urządzeń zabezpieczających. Problemy związane ze stosowaniem zabezpieczeń upływowch dla sieci poniżej 127 V oraz kabli szybowych o dużych przekrojach żył roboczych z ekranami indywidualnymi powinny być w najbliższym czasie usunięte przez uruchomienie seryjnej produkcji krajowej.

4. Docelowo dążyć należy do zwiększenia zakresu stosowania w podziemiach kopalń środków ochronnych o strukturze CII (przewód oponowy lub kabel z ekranami indywidualnymi współpracujący z zabezpieczeniem upływowym lub ziemnozwarciowym). Spełnienie tego postulatu pozwoli na uzyskanie w zdecydowanej większości wyrobisk i instalacji zwiększonego stopnia bezpieczeństwa eksploatacji ($B > 1$). Wymagać to jednak będzie przede wszystkim zwiększenia dostaw dla górnictwa kabli i przewodów oponowych z ekranami indywidualnymi żył roboczych.

LITERATURA

- [1] Szczegółowe przepisy prowadzenia ruchu i gospodarki złożem w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny i brunatny. MGIE Katowice, 1984.
- [2] Boron W.: Klasyfikacja oraz ocena skuteczności działania środków ochrony ziemnozwarciowej w kopalnianych sieciach elektroenergetycznych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śl. s. Górnictwo, z. 133, Gliwice, 1985.
- [3] Krasucki F.: Problemy niezawodności oraz bezpieczeństwa elektryfikacji i automatyzacji podziemi kopalń. Zeszyty Naukowe Politechniki Śl., s. Górnictwo, z. 51, Gliwice 1972.
- [4] Krasucki F.: Zagrożenia elektryczne w górnictwie. "Śląsk", Katowice 1984.
- [5] Badania nad możliwością stosowania kabli nieekranowanych w pomieszczeniach "c" kopalń IV kategorii zagrożenia metanowego. Praca OBEIAG nr 331,01.05.15, Katowice 1984. (niepublikowana).

ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
В ШАХТАХ IV КАТЕГОРИИ

Р е з ю м е

В работе проведена классификация и числовая оценка эффективности действия применяемых в шахтах средств защиты электрических сетей. Оценку и анализ эффективности проводится с точки зрения ограничения опасности поражения, пожаров и взрывов. Предлагается подразделение горных выработок исходя из учета механических и газовых факторов. На основе проведенного анализа по эффективности действия средств защиты и подразделения выработок приводится новый способ подбора средств защиты для конкретных условий оборудования. Приводятся примеры применения.

THE PRINCIPLES OF CHOICE OF THE PROTECTIVE MEANS IN ELECTRICAL
NETWORKS OF THE IV CATEGORY COAL MINES

S u m m a r y

In the paper is presented a classification and a numerical assessment of protective means for electrical networks in coal mines. The effectiveness of protective means is expressed in numbers depending on the rated voltage of the network. The analysis and the assessment of effectiveness is made from the point of view of reducing electrocaution, fire and explosion hazard. The repartition of mining heading, taking into consideration the methan and mechanical risks is suggested. There is proposed a new method of protective means choice to the specific conditions of mining headings in the IV category coal mines. The examples of application are given too.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Florian Krasucki