

Piotr GAWOR, Łukasz GRÖBNER  
Politechnika Śląska, Gliwice

## MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA ZWIĄZANE Z PODWYŻSZANIEM MOCY ZWARCIOWEJ W SIECIACH SN PODZIEMNYCH ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH

**Streszczenie.** Referat ma charakter porządkujący. Poza przypomnieniem podstawowych określeń i zależności omówiono wpływ mocy zwarciowej na najważniejsze aspekty eksploatacji kopalnianych sieci elektroenergetycznych SN z uwzględnieniem możliwości zasilania wysoko wydajnych kompleksów ścianowych podwyższonym napięciem. Przedstawiono sposoby zmian mocy zwarciowej, zwracając uwagę na możliwe korzyści i ograniczenia związane ze zwiększaniem mocy zwarciowej w sieci SN.

## POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF SHORT CIRCUIT POWER INCREASE IN COAL MINES

**Summary.** The purpose of this paper is to systemize things. It goes back to basic terms of short circuit power and explains its influences on the main aspects of mining electrical MV networks. The including supplying high-performance longwall. Possibilities of short circuit power changes are presented underlining advantages and limitations connected with their increase.

### 1. Wstęp

W warunkach restrukturyzacji górnictwa coraz częściej spotyka się wprowadzanie wysoko wydajnych kompleksów ścianowych. Wiąże się to z instalowaniem maszyn przodkowych o znacznych mocach, sięgających nawet 2,5 MW, zasilanych podwyższonym napięciem (3,3 kV oraz 6 kV). Przyłączanie tak dużych odbiorów stawia wysokie wymagania dla sieci rozdzielczych, których układ i stan w istniejących zakładach górniczych wynika zwykle z

wielokrotnych zmian dostosowujących tę sieć do bieżących potrzeb eksploatacji górniczej, a także do wymagań niezawodności zasilania i bezpieczeństwa.

Jednym z parametrów charakteryzujących sieć rozdzielczą SN jest obliczeniowa wartość mocy zwarciowej podawana w dokumentacjach poszczególnych rozdzielnic. Stosunkowo niedawno zmieniony został przepis ustalający dopuszczalną maksymalną wartość mocy zwarciowej na szynach rozdzielnic dołowych na poziomie 100 MVA. Wywołało to w niektórych kopalniach tendencje do likwidacji dławików zwarciowych, co w sposób istotny wpływać może na bezpieczeństwo eksploatacji istniejących kabli i urządzeń elektroenergetycznych.

W referacie przypomniano podstawowe zależności związane z mocą zwarciową i sposobami jej zmian, zwracając szczególną uwagę na powiązania mocy zwarciowej, jako parametru charakteryzującego pracę sieci SN, z bezpieczeństwem jej eksploatacji.

## 2. Moc zwarciowa jako wielkość charakteryzująca właściwości eksploatacyjne sieci SN

Podstawowym wymaganiem stawianym sieciom elektroenergetycznym SN w zakładach górniczych jest zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa ich eksploatacji. Obowiązująca w zarządzaniu bezpieczeństwem analiza ryzyka wiąże się z koniecznością ilościowego opisu zjawisk rzutujących zarówno na prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznych zdarzeń, jak i na ich konsekwencje (ciężkość skutków). Niezbędne jest więc posługiwanie się umownymi wskaźnikami ułatwiającymi ilościową ocenę poziomu ryzyka w różnych stanach eksploatacji sieci. Jednym z takich wskaźników w odniesieniu do sieci SN może być moc zwarciowa. Moc zwarciowa jest wielkością obliczeniową stosowaną tradycyjnie w celu określania warunków zwarciowych w rozpatrywanym fragmencie sieci. W normie europejskiej [2] zdefiniowana jest tzw. początkowa moc zwarciowa jako iloczyn początkowego prądu zwarciowego  $I_k^*$ , napięcia znamionowego sieci  $U_n$  i współczynnika skojarzenia dla układu trójfazowego:

$$S_k^* = \sqrt{3} \cdot I_k^* \cdot U_n \quad (1)$$

Tak określona moc zwarciowa służy przede wszystkim do obliczenia impedancji zastępczej systemu zasilającego Q:

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_n^2}{S_{kQ}''} \quad (2)$$

gdzie współczynnik  $c$ , którego wartość przyjmuje się najczęściej równą 1,1, uwzględnia rzeczywistą wartość napięcia w obliczeniowym miejscu zwarcia w chwili bezpośrednio poprzedzającej to zwarcie. Znając dodatkowo wartość stosunku rezystancji do reaktancji zastępczej  $R_Q/X_Q$  można dokonać rozdziału impedancji systemu zasilającego na rezystancję i reaktancję<sup>1</sup>:

$$X_Q = \frac{Z_Q}{\sqrt{1 + \left(\frac{R_Q}{X_Q}\right)^2}} \quad (3)$$

$$R_Q = \sqrt{Z_Q^2 - X_Q^2} \quad (4)$$

W związku z możliwością zasilania kopalnianej sieci SN z różnych źródeł, podaje się najczęściej w dokumentacjach poszczególnych rozdzielnic dwie wartości mocy zwarciowej, tzn. maksymalną i minimalną:

$$S_{k\max}'' = \sqrt{3} \cdot I_{k\max}'' \cdot U_n \quad (5)$$

$$S_{k\min}'' = \sqrt{3} \cdot I_{k\min}'' \cdot U_n \quad (6)$$

obliczone dla źródeł i układów połączeń sieci, przy których impedancje zastępcze obwodu zwartego są, odpowiednio, najmniejsze i największe. Maksymalna moc zwarciowa służy do obliczania prądów zwarciowych decydujących o sprawdzaniu (dobrze) wytrzymałości zwarciowej aparatury i kabli, natomiast minimalna – do obliczania prądów zwarciowych niezbędnych przy doborze nastaw prądowych zabezpieczeń zwarciowych.

Moc zwarciową traktować można jako parametr charakteryzujący:

- tzw. „sztywność” sieci, tzn. zdolność do utrzymywania określonego poziomu napięcia i niewielkich jego zmian w warunkach roboczych właściwych i roboczych niewłaściwych (np. podczas rozruchu dużych maszyn z silnikami asynchronicznymi klatkowymi),
- bezpieczeństwo eksploatacji elementów sieci, zwłaszcza w warunkach zakłóceń, w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem.

<sup>1</sup> Impedancja i jej elementy dotyczą składowej zgodnej

### 3. Sposoby ograniczania i podwyższania mocy zwarciowej w sieciach SN

Do podstawowych środków służących do ograniczania prądów zwarć międzyfazowych, a więc i mocy zwarciowej w dołowych sieciach SN należą:

- ograniczanie mocy znamionowej transformatorów WN/SN zasilających kopalnię,
- stosowanie transformatorów WN/SN o dzielonych uzwojeniach wtórnych lub transformatorów o celowo zwiększonym napięciu zwarcia,
- unikanie połączeń równoległych linii kablowych i układów zamkniętych (zasilanych dwustronnie i węzłowych) sieci,
- stosowanie dławików zwarciowych.

Najpopularniejszym sposobem było i jest stosowanie dławików zwarciowych. Dławiki można instalować w sieci jako indywidualne, grupowe lub sekcyjne (systemowe). W każdym przypadku istota ograniczenia mocy zwarciowej polega na włączaniu do sieci dodatkowej, stosunkowo dużej liniowej reaktancji indukcyjnej dławika, na której tak podczas pracy normalnej sieci, jak i podczas zwarcia występują znaczące spadki napięcia.

Zwiększanie mocy zwarciowej polega na działaniach odwrotnych w stosunku do zmierzających do ograniczania jej wartości, tzn.:

- stosowanie transformatorów o większej mocy znamionowej lub mniejszym napięciu zwarcia,
- doprowadzenie sieci do pracy w układzie zamkniętym lub z połączeniami równoległymi,
- celowe zawyżanie przekrojów kabli elektroenergetycznych lub stosowanie wiązek kabli,
- rezygnacja z istniejących dławików zwarciowych.

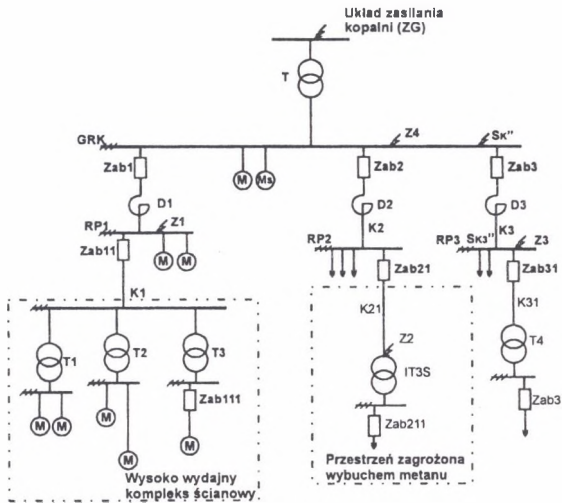
Podejmując decyzję o wprowadzeniu zmian mocy zwarciowej w istniejącej sieci należy dokonać analizy możliwych następstw, zarówno oczekiwanych pozytywnych, jak i spodziewanych negatywnych. Analizę należy przeprowadzić w następujących obszarach związanych z eksploatacją sieci:

- a) wytrzymałość zwarciowa kabli, aparatury rozdzielczej i urządzeń,
- b) działanie i dobór zabezpieczeń zwarciowych,
- c) wpływ na ryzyko związane z użytkowaniem urządzeń elektroenergetycznych, zwłaszcza w strefach zagrożonych wybuchem,
- d) możliwość stosowania wysoko wydajnych kompleksów ścianowych.

#### 4. Wpływ mocy zwarciowej na wytrzymałość zwarciową kabli i aparatury rozdzielczej SN

Podwyższenie mocy zwarciowej w sieci dołowej w wyniku likwidacji istniejącego dotychczas dławika zwarciowego może mieć istotny wpływ na wytrzymałość zwarciową istniejących kabli i aparatury rozdzielczej. W pierwszym rzędzie dotyczy to kabli szybowych i aparatury w głównych (przyszybowych) rozdzielnicach poziomowych. Wzrost prądów zwarciowych, decydujących o wytrzymałości zwarciowej, wynika z dwóch powodów:

- ze zmiany impedancji obwodu zwartego,
- ze zmiany wpływu odbiorów wirujących (silników asynchronicznych i synchronicznych) na przebieg zwarcia w czasie i na wartości poszczególnych charakterystycznych prądów zwarciowych.



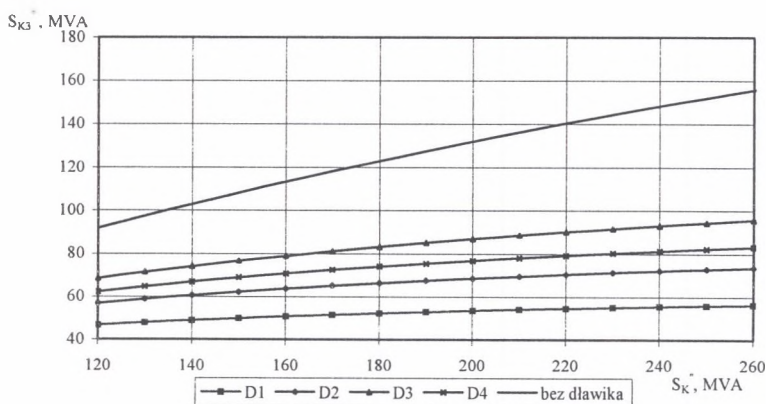
Rys. 1. Schemat przykładowego fragmentu kopalnianej sieci SN  
Fig. 1. Example of MV electrical network in coal mines

Zmniejszenie wartości impedancji obwodu zwartego wpływa bezpośrednio na wartość początkowego prądu zwarcia, co w przypadku trójfazowego zwarcia, przyjętego na szynach rozdzielnic poziomu (np. zwarcie w punkcie Z3, rys.1), wynika z wyrażenia:

$$I_k^* = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_z^2 + (X_{z-D} + X_D)^2}} \quad (7)$$

w którym likwidacja dławika równoznaczna jest z pominięciem jego reaktancji  $X_D$  ( $R_z$  – rezystancja zastępcza obwodu zwartego,  $X_{z-D}$  – reaktancja zastępcza obwodu zwartego z pominięciem reaktancji dławika).

Wzrost prądu początkowego spowoduje proporcjonalny wzrost mocy zwarciowej. Na rysunkach 2a i 2b przedstawiono spodziewany wzrost mocy zwarciowej na szynach rozdzielnicy poziomej w wyniku zmniejszenia reaktancji zastępczej obwodu zwartego po zlikwidowaniu dławika. Obliczenia przeprowadzono dla przykładowej sieci o typowych dla kopalni parametrach, przy założeniu, że zwarcie można traktować jako odległe od generatorów.

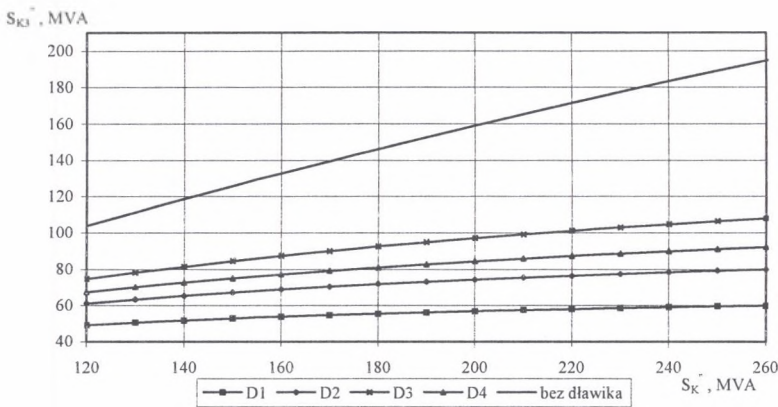


Rys. 2a. Zależność wzrostu mocy zwarciowej na szynach rozdzielnicy poziomej od reaktancji likwidowanego dławika, przy założeniu, że rozdzielnica zasilana jest kablem szybowym KnFpy  $3 \times 185 \text{ mm}^2$  o długości 800 m. Parametry przyjętych dławików: D1 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=400\text{A}$ , D2 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=600\text{A}$ , D3 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=1000\text{A}$ , D4 -  $e_{D\%}=8\%$ ,  $I_{nD}=1000\text{A}$

Fig. 2a. Short circuit power increase versus reactance liquidated current limiting reactor. Switchgear is supply shaft cable KnFpy  $3 \times 185 \text{ mm}^2$ , length 800 m. Parameters of current-limiting reactor: D1 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=400\text{A}$ , D2 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=600\text{A}$ , D3 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=1000\text{A}$ , D4 -  $e_{D\%}=8\%$ ,  $I_{nD}=1000\text{A}$

Oprócz wpływu na wartość prądu początkowego, pominięcie reaktancji dławika spowoduje wzrost udziału rezystancji zastępczej w obwodzie zwartym (dotychczasowa wartość stosunku  $R_z/X_z$  zwiększy się do poziomu  $R_z/X_{z-D}$ ), co w efekcie przyczyni się do obniżenia współczynników decydujących o wartościach prądu udarowego i składowej nieokresowej wyłączeniowego niesymetrycznego.

Wypadkowy efekt wzrostu prądu początkowego i zmniejszenia się współczynników charakteryzujących poszczególne prądy zwarciowe, uwzględniane przy sprawdzaniu wytrzymałości zwarciowej kabli i aparatury rozdzielczej, należy oceniać każdorazowo indywidualnie, przeprowadzając stosowne obliczenia sprawdzające. Należy się spodziewać przypadków, w których wytrzymałość zwarciowa niektórych elementów sieci może się okazać niewystarczająca i decyzja o likwidacji dławika będzie równoznaczna z koniecznością wymiany pół rozdzielczych (zwłaszcza starszych) i/lub kabli.



Rys. 2b. Zależność wzrostu mocy zwarciowej na szynach rozdzielnic poziomu od reaktancji likwidowanego dławika, przy założeniu, że rozdzielnica zasilana jest wiązką kabli sztywnych  $2 \times (\text{KnFpy } 3 \times 185 \text{ mm}^2)$  o długości 800 m. Oznaczenia jak na rys. 2a.

Fig. 2b. Short circuit power increase versus reactance liquidated current limiting reactor. Switchgear is supply two shaft cable  $2 \times \text{KnFpy } 3 \times 185 \text{ mm}^2$ , length 800 m. Parameters of current-limiting reactor: D1 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=400\text{A}$ , D2 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=600\text{A}$ , D3 -  $e_{D\%}=6\%$ ,  $I_{nD}=1000\text{A}$ , D4 -  $e_{D\%}=8\%$ ,  $I_{nD}=1000\text{A}$

Zwiększenia wpływu odbiorów wirujących, przyłączonych bezpośrednio do sieci SN na prądy zwarciove w wyniku zlikwidowania dławika, należy się spodziewać ze względu na:

- zmniejszenie impedancji łączącej silniki z miejscem zwarcia (por. np. rys.1 – silniki M i Ms względem zwarcia Z3 w przypadku pominięcia dławika D3),
- brak łagodzącego działania spadku napięcia na dławiku wywołanego prądem zwarciowym na gwałtowne obniżenie się napięcia zasilającego silniki w chwili wystąpienia zwarcia (por. np. rys.1 – napięcie na szynach GRK podczas zwarcia Z3 z dławikiem D3 i bez tego dławika).

Obydwa te zjawiska uwzględniane są w obliczeniach udziału silników w prądzie zwarciowym prowadzonych zgodnie z normą europejską [2], w których silniki synchroniczne i asynchroniczne traktować należy podobnie jak generatory.

## 5. Wpływ mocy zwarciowej na dobór i działanie zabezpieczeń zwarciowych

Wartość prądu zwarciowego, a więc i mocy zwarciowej traktowanej w praktyce najczęściej jako parametr charakteryzujący właściwości sieci w stanie zwarcia, nie pozostają bez wpływu na dobór oraz działanie zabezpieczeń zwarciowych. Wynika to z podstawowej podwójnej nierówności wykorzystywanej do doboru nastaw prądowych zabezpieczeń przed skutkami zwarc:

$$\frac{k_{nz} \cdot I_{om}}{k_p \cdot n_i} \leq I_r \leq \frac{I_{min}}{k_{cz}} \quad (8)$$

w której  $I_{min}$  oznacza tzw. minimalny prąd zwarcioowy w przypadku zwarcia dwufazowego w strefie działania zabezpieczenia, obliczany ze wzoru [4]

$$I_{min} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot \sqrt{(R_z + R)^2 + (X_z + X)^2}} \quad (9)$$

Pozostałe symbole w wyrażeniach (8) i (9) oznaczają:

$c$ ,  $k_{nz}$ ,  $k_p$ ,  $k_{cz}$  – współczynniki określone w normie [2],

$U_n$  – napięcie znamionowe sieci,

$I_{om}$  – największy prąd obciążenia zabezpieczanej linii,

$R_z$ ,  $X_z$  – rezystancja i reaktancja zastępcza obwodu zwartego od źródeł do miejsca za-  
instalowania zabezpieczenia,

$R$ ,  $X$  – rezystancja i reaktancja zastępcza elementów objętych strefą działania zabez-  
pieczenia.

W odniesieniu do zabezpieczeń zwarcioowych w rozdzielnicy zasilanej kablem z dławikiem (por. np. Zab 11, Zab 21, rys.1) i wszystkich następnych, wzrost mocy zwarciowej (np. w wyniku likwidacji dławika) w istotny sposób wpływa na zmniejszenie reaktancji  $X_z$  we wzorze (9), powodując zwiększenie prawej strony nierówności (8). Poprawia to czułość zabezpieczeń, a więc i sprzyja eliminacji zbędnych zadziałań zabezpieczeń pod wpływem prądów rozruchowych dużych silników asynchronicznych przyłączanych do sieci bezpośrednio. Pozytywnym efektem wzrostu mocy zwarciowej jest również poprawa warunków wybiórczego działania zabezpieczeń zwarcioowych bezzwłocznych w sieci rozdzielczej (tzw. selektywność prądowa zabezpieczeń).

## 6. Wpływ mocy zwarciowej na zagrożenie wybuchowe

Wpływ mocy zwarciowej na zagrożenia wybuchowe wynika przede wszystkim stąd, że stosowane obecnie rozdzielnice budowy przeciwwybuchowej ROK-6 i przewoźne ognioszczelne stacje transformatorowe (np. IT3SF) mają podaną, jako jeden z parametrów znamionowych, dopuszczalną wartość mocy zwarciowej lub prądu zwarciowego. Stosowanie ich w pomieszczeniach ze stopniem niebezpieczeństwa wybuchowego „b” i „c” zapewnia



odpowiednio niski poziom ryzyka wybuchu tylko w przypadku spełnienia wszystkich wytycznych i ograniczeń stosowania.

Oslona ognioszczelna charakteryzuje się tym, że wytrzymuje bez uszkodzenia i trwałych odkształceń ciśnienie wybuchu mieszaniny wybuchowej wewnątrz oraz zapobiega skutecznie przeniesieniu wybuchu na zewnątrz – do otaczającego środowiska zawierającego mieszaninę wybuchową. Jednym z elementów konstrukcji istotnych dla spełnienia tej cechy jest pochłaniacz ognia. Dane znamionowe rozdzielnic oraz stacji transformatorowych wskazują na to, że [3]:

- prąd zwarcia łukowego wewnątrz osłony rozdzielnicy ROK-6, przy którym pochłaniacze ognia dostatecznie wychładzają wypływające gazy wynosi 10 kA (odpowiada to mocy zwarciowej ok. 100 MVA przy napięciu 6kV),
- stosowane w stacjach transformatorowych IT3SF pochłaniacze ognia umożliwiają bezpieczne rozładowanie ciśnienia (do 0,9 MPa), w czasie zwarcia trójfazowego w komorach ognioszczelnych, o mocy zwarciowej do 100 MVA przy napięciu 6 do 7,2kV.

Powyższe ograniczenia są jednym z ważniejszych czynników, które należy brać pod uwagę przy analizie możliwości zwiększenia mocy zwarciowej w sieci SN. Można stwierdzić, że obowiązujące do roku 1995 ograniczenie mocy zwarciowej do 100 MVA istnieje nadal, ale dotyczy innego miejsca, tzn. miejsca zainstalowania rozdzielnic ROK-6 lub/i przewoźnych ognioszczelnych stacji transformatorowych. Przesunięcie granicy strefy o dopuszczalnej mocy zwarciowej 100 MVA w kierunku przodków sprawia, że w kablach SN zasilających rozdzielnice i stacje transformatorowe będzie się wydzielala podczas zwarcia większa energia cieplna  $E_c$ , co ilustruje wyrażenie:

$$E_c = 3 \int_0^{T_k} i_z^2 \cdot R_K dt = 3 \int_0^{T_k} I_{th}^2 \cdot R_K dt = \frac{(S_k'')^2}{U_n^2} \int_0^{T_k} (m + n) \cdot R_K dt \quad (10)$$

w którym:

$T_k$  – czas trwania zwarcia,

$m$  – współczynnik uwzględniający zmienność składowej nieokresowej prądu zwarciowego,

$n$  – współczynnik uwzględniający zmienność składowej okresowej prądu zwarciowego (w przypadku zwarcia odległego od generatorów,  $n=1$ ),

$R_K$  – rezystancja żyły kabla. Pozostałe oznaczenia wynikają ze wzoru (5).

Rozpatrując dodatkowo możliwość wystąpienia w linii kablowej lokalnych miejsc o zwiększonej rezystancji (np. połączenia żył w mufach kablowych), wzrost mocy zwarciowej może się lokalnie przyczynić do wzrostu temperatury w tych miejscach.

## **7. Wpływ mocy zwarciowej na możliwość stosowania wysoko wydajnych kompleksów ścianowych**

Szczegółową analizę wpływu mocy zwarciowej na możliwość zasilania wysoko wydajnych kompleksów ścianowych przeprowadzono w [1]. Z przedstawionych rozważań wynika między innymi wniosek o konieczności zapewnienia odpowiednio dużej wartości mocy zwarciowej w sieci SN, z której przewidywane jest zasilanie kompleksu wysoko wydajnego podwyższonym napięciem. Podyktowane jest to potrzebą ograniczenia spadków napięcia podczas rozruchów największych maszyn. Mimo że stosowanie urządzeń poprawiających warunki rozruchu (np. odpowiednich sprzęgieł) znacznie ułatwia zasilanie dużych maszyn, moc zwarciowa pozostaje jednym z ważniejszych kryteriów decydujących o możliwości prowadzenia bezpiecznej i wydajnej pracy takich kompleksów.

## **8. Wnioski**

1. Moc zwarciowa traktowana tradycyjnie jako jeden z parametrów sieci rozdzielczej SN charakteryzuje właściwości tej sieci w odniesieniu do:
  - wytrzymałości zwarciowej aparatury rozdzielczej i kabli,
  - doboru i działania zabezpieczeń nadmiarowoprądowych,
  - ryzyka związanego z użytkowaniem sieci elektroenergetycznej, zwłaszcza w pomieszczeniach zagrożonych pod względem wybuchowym,
  - oceny możliwości zastosowania wysoko wydajnych kompleksów ścianowych.
2. Spotykana coraz częściej w kopalniach tendencja do likwidowania dławików zwarciowych, mająca na celu podwyższenie mocy zwarciowej w sieci dołowej, powinna być połączona ze szczegółową analizą skutków takiej decyzji obejmującą wszystkie cztery wymienione we wniosku 1 zagadnienia.

3. Zasadniczą korzyścią wynikającą z podwyższenia mocy zwarciowej jest poprawa działania zabezpieczeń nadmiarowoprądowych, wynikająca ze zwiększenia ich czułości i rozszerzenia możliwości stosowania selektywności prądowej.
4. Wzrost mocy zwarciowej w sieciach dołowych wpływa na wzrost zagrożeń związanych z użytkowaniem tych sieci. Niezbędne jest opracowanie prostych metod oceny poziomu ryzyka związanego z tymi zagrożeniami.
5. Zwiększanie mocy maszyn przodkowych, w tym zwłaszcza stosowanie wysoko wydajnych kompleksów ścianowych z silnikami podwyższonego napięcia, wymaga spełnienia odpowiednich warunków ich zasilania. Istotnym czynnikiem charakteryzującym to zasilanie jest odpowiednio duża wartość mocy zwarciowej.

#### LITERATURA

1. Cholewa A., Gawor P., Krasucki F.: Moc zwarciowa kopalnianych sieci rozdzielczych 6 kV jako kryterium zasilania kompleksów ścianowych dużej wydajności. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, nr 1/1997 r.
2. EN 60909-0 (IEC 60909-0 2001) Short-circuit currents in three-phase a.c. systems. Part 0: Calculation of currents.
3. Głuziński W., Krasucki F.: Elektryfikacja podziemi kopalń węgla. Część I. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1996.
4. PN-G-42042:1998 Środki ochronne i zabezpieczające w elektroenergetyce kopalnianej – Zabezpieczenia zwarciowe i przeciążeniowe – Wymagania i zasady doboru – zabezpieczenia nadmiarowoprądowe.

Recenzent: Doc. dr inż. Franciszek Szczucki

#### Abstract

The purpose of this paper is to systemize things. It goes back to basic terms of short circuit power and explains its influences on:

- exploitation parameters of MV electrical network,
- short circuit strength of cables and apparatus,
- selection of short circuit protection,
- usage of high-performance longwall,
- explosive condition.

The paper shows ways of increase and reduction of short circuit power and its effect in coal mines.