

Sergiusz BORON

#### WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE PROJEKTOWANIA OŚWIETLENIA PODZIEMI KOPALNÍ

**Streszczenie.** W komunikacie przedstawiono aktualny stan techniki oświetleniowej w podziemiach kopalń z punktu widzenia obowiązujących norm i przepisów. Jednym z warunków odpowiedniego oświetlenia podziemnych wyrobisk jest prawidłowe zaprojektowanie instalacji oświetleniowej. W celu ułatwienia i przyspieszenia procesu doboru opraw i ich prawidłowego rozmieszczenia opracowano wspomaganie komputerowe. Przedstawiono korzyści wynikające z zastosowania mikrokomputera do projektowania oświetlenia.

Stan oświetlenia podziemi kopalń wpływa w decydujący sposób na bezpieczeństwo i wydajność pracy. Wymagany obecnie poziom oświetlenia określa norma [3], zawierająca wymagania dotyczące minimalnego natężenia oświetlenia i minimalnego współczynnika równomierności, które zależne są od typu wyrobiska, rodzaju wykonywanych prac i kategorii oświetlenia, czyli nasilenia ruchu załogi lub transportu urobku. Wymagania te są zgodne z odpowiadającą normą RWPG we wspólnym zakresie.

Aktualny stan oświetlenia podziemi kopalń w Polsce należy uznać za daleki od zadowalającego [2]. Ocena ta opierać się może zarówno na podstawie badań przeprowadzonych przez Izbę Rzeczoznawców SEP, jak i na podstawie podaży sprzętu oświetleniowego. Stosunkowo dobrze oświetlone są wyrobiska komorowe, podszybia, głębione szyby i częściowo przodki chodnikowe. Wynika to w dużej mierze z produkcji opraw w ilości prawie zaspokajającej potrzeby. Znacznie gorzej oświetlone są ściany wydobywcze i stałe wyrobiska korytarzowe (ok. 30% ścian i 15% chodników i przekopów jest oświetlonych prawidłowo). Źle oświetlone są zwłaszcza ściany niskie o wysokości do 2 m. Opracowane w ostatnich latach i wdrożone do produkcji małowatogabarytowe oprawy G-75 i LPS przeznaczone do ich oświetlania produkowane są w niewielkich ilościach, niewystarczających do pokrycia potrzeb. Ponadto instalacje oświetleniowe w tych wyrobiskach narażone są stale na zagrożenia mechaniczne, co niekorzystnie wpływa na ich trwałość. Stałe wyrobiska korytarzowe oświetlane są często tylko w rejonie podszybi, a preferowany sposób zasilania z trakcji przewodowej jest nieefektywny (duże wahania napięcia w sieci trakcyjnej powodują spadek skuteczności świetlnej opraw lub obniżenie trwałości źródeł światła). Za jedną z przyczyn niedostatecznego stanu oświetlenia należy też uznać nieznamość zasad projektowania oświetlenia wśród części osób odpowiedzialnych za to w kopalniach.

Przepisy aktualnie obowiązujące ograniczają stosowanie w podziemiach kopalni opraw zawierających sodowe źródła światła [4], mimo iż w wielu krajach (RFN, Stany Zjednoczone) są one powszechnie stosowane dzięki swoim zaletom, takim jak wysoka skuteczność świetlna i duża trwałość. Lamy sodowe zapewniają ponadto kontrastowe widzenie w atmosferze zawierającej zawiesiny, byłyby więc bardzo przydatnym źródła światła w kopalniach. Należy więc rozpatrzyć i ewentualnie zweryfikować obowiązujące normy pod kątem rozszerzenia zakresu stosowania tych lamp w podziemiach kopalni, tym bardziej że przeszły one pomyślnie badania w Kopalni Doświadczalnej "Barbara" w Mikołowie.

W procesie projektowania instalacji oświetleniowej należy uwzględnić następujące czynniki:

- dobór odpowiednich opraw w zależności od ich przeznaczenia i rodzaju wyrobiska, w którym mają być zainstalowane,
- właściwe rozmieszczenie opraw zapewniające uzyskanie wymaganych parametrów oświetlenia,
- dobór źródeł zasilania, przewodów i zabezpieczeń gwarantujących prawidłową pracę sieci oświetleniowej,
- łatwość instalowania, niskie koszty konserwacji, ograniczenie zużycia energii elektrycznej i inne cechy użytkowe.

W celu ułatwienia i przyspieszenia procesu doboru opraw oraz prawidłowego ich rozmieszczania opracowano wspomaganie komputerowe [1]. Program zrealizowany na mikrokomputerze typu IBM PC wskazuje wszystkie oprawy nadające się do oświetlenia wybranego wyrobiska o podanych parametrach. Uzyskano to dzięki skatalogowaniu danych dostępnych aktualnie w kraju opraw oświetleniowych. Dla stałych wyrobisk korytarzowych i ścian obliczany jest maksymalny odstęp pomiędzy sąsiednimi oprawami, przy którym zachowane są wymagania przepisów (wykorzystano metodę punktową obliczania natężenia oświetlenia). Po określeniu rodzaju i wymiarów wyrobiska, stopnia niebezpieczeństwa wybuchu metanu, sposobu zainstalowania oprawy (wzdłuż osi podłużnej wyrobiska lub na ociosie) i po wybraniu jednej z proponowanych opraw oświetleniowych program przechodzi do części obliczeniowej. Obliczanie odstępów między oprawami przebiega dwuetapowo; najpierw znajdowany jest maksymalny odstęp między oprawami, przy którym zapewnione jest wymagane dotyczące minimalnego natężenia oświetlenia, następnie sprawdzany jest warunek dotyczący minimalnej równomierności oświetlenia. Jeżeli równomierność jest zbyt niska, odstęp między oprawami jest interakcyjnie zmniejszany, aż do spełnienia wymagań normy [3]. Przy obliczaniu założono, że minimalne natężenie oświetlenia w wyrobisku występuje w połowie odległości między sąsiednimi oprawami i wynosi [1]:

$$E_{\min} = \frac{2 I_{\alpha} h}{(a^2 + b^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{R}{k} \quad (1)$$

gdzie:

- b - szerokość wyrobiska,
- h - wysokość zawieszenia oprawy,
- a - połowa odstępów między sąsiednimi oprawami,
- I - światłość oprawy dla kąta

$$\alpha = \arccos \frac{h}{\sqrt{a^2 + b^2 + h^2}}$$

- R - wskaźnik rozproszenia uwzględniający światło rozproszone w wyrobisku,
- k - współczynnik zapasu określony w normie [5].

Współczynnik równomierności  $\delta$  obliczany jest jako [3]:

$$\delta = \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \quad (2)$$

gdzie:

- $E_{\min}$  i  $E_{\max}$  - odpowiednio minimalne i maksymalne natężenie oświetlenia w wyrobisku.

W przypadku zbyt dużej szerokości wyrobiska korytarzowego i przy wybraniu oprawy o niewielkim strumieniu świetlnym spełnienie wymogów normy [3] może się okazać niemożliwe: program wtedy zakłada rozmieszczenie lamp po obu stronach wyrobiska, przy czym po zakończeniu obliczeń wyświetlany jest odpowiedni komunikat.

Dla wyrobisk komorowych i podezbybi określana jest minimalna ilość opraw, która przy równomiernym ich rozmieszczeniu zapewni wymagane parametry oświetlenia. Wykorzystano metodę obciążenia na jednostkę powierzchni oświetlanej, zwaną też metodą mocy jednostkowej. Polega ona na przyjęciu mocy źródła światła przypadającej na jednostkę powierzchni oświetlanej za pomocą tablic mocy jednostkowej, sporządzonych na podstawie obliczeń i doświadczenia projektowego. Tablice te zostały opracowane dla żarówkowych źródeł światła i przy obliczaniu oświetlenia dla lamp wyładowczych

należy wartości mocy jednostkowej przeliczyć według wzoru [1] :

$$W'_0 = W_0 \frac{\eta_{sk}}{\eta'_{sk}}, \quad (3)$$

gdzie:

$W_0$  - moc jednostkowa dla lamp żarowych (z tablic),

$\eta_{sk}$  - skuteczność świetlna lampy żarowej,

$\eta'_{sk}$  - skuteczność świetlna lampy wyładowczej.

Tablice podają wartości mocy jednostkowej w zależności od wymiarów pomieszczenia, wysokości zawieszenia oprawy i wymaganego natężenia oświetlenia przy założeniu równomiernego rozmieszczenia lamp. Wykorzystując tę metodę można obliczyć minimalną ilość lamp, które należy zainstalować, aby prawidłowo oświetlić pomieszczenie [1] :

$$n = \frac{W_0 l b}{P}, \quad (4)$$

gdzie:

$W_0$  - moc jednostkowa dla wybranej oprawy i parametrów geometrycznych pomieszczenia,

$l$  - długość pomieszczenia,

$b$  - szerokość pomieszczenia,

$P$  - moc pojedynczej lampy.

Zastosowanie mikrokomputera do projektowania oświetlenia przynosi następujące korzyści:

- zwiększenie szybkości procesu projektowania dzięki skatalogowaniu danych opraw oraz dużej mocy obliczeniowej mikrokomputera IBM PC,
- możliwość wyboru najekonomiczniejszego sposobu oświetlenia przez porównanie wyników działania programu dla różnych opraw.
- poprawę dokładności obliczeń metodą punktową dzięki uwzględnieniu kształtu krzywej rozsyłu światłości opraw i wymiarów wyrobiska (co bywa pomijane w algorytmach prezentowanych w literaturze).

Analiza wyników działania programu dla różnych typów wyrobisk wykazuje korzyści ekonomiczne płynące z zastosowania lamp wyładowczych w miejsce rozpowszechnionych lamp żarowych - ograniczenie zużycia energii elektrycznej oraz łatwiejsze utrzymanie instalacji oświetleniowej dzięki większej trwałości lamp wyładowczych i mniejszej ilości zainstalowanych opraw.

## LITERATURA

- [1] Boron S.: Projektowanie oświetlenia podziemi kopalń wspomagane komputerowo. Praca dyplomowa magisterska wykonana w Instytucie Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1989 (nie publikowane).
- [2] Szparaga B.: Wybrane informacje na temat aktualnego stanu i potrzeb w dziedzinie ogólnego oświetlenia kopalń. OB EłAG Katowice, 1988, (nie publikowane).
- [3] PN-83/G-02600 - Oświetlenie elektryczne podziemnych wyrobisk górniczych. Podstawowe wymagania i badania.
- [4] PN-73/G-42011 - Lampy elektryczne górnicze. Podstawowe wymagania i badania.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРО-ЭВМ

## Р е з ю м е

В сообщении дано описание актуального состояния освещенной техники в угольных шахтах с точки зрения обязательных стандартов и правил. Одним из условий соответственного освещения угольных шахт является правильное проектирование освещенной инсталляции. С целью облегчения и ускорения процесса отбора светильников и их правильного размещения разработано программу для микро-ЭВМ. Представлено выгоды следующие из применения микро-ЭВМ до проектирования освещения.

## COMPUTER-AIDED PROJECTING OF LIGHTING OF COAL-MINES

Current state of lighting in coal-mines from the point of view of operative standards and regulations is presented in the paper. One of the conditions of right illumination in the underground of pits is the correct projecting of the lighting installation. In order to simplify and speed up the process of the choice lamps and correct distribution of them, the computer aiding has been worked out. The advantages resulting from the applying of the microcomputer to projecting of the lighting have been presented.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Florian Krasucki