

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **236245**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426747**

(22) Data zgłoszenia: **22.08.2018**

(51) Int. Cl.
E21F 17/00 (2006.01)
E21F 9/00 (2006.01)
H05B 41/24 (2006.01)

(54) **Przeciwwybuchowy system oświetlenia wyrobisk podziemnych
w zakładach górniczych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
24.02.2020 BUP 05/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.12.2020 WUP 21/20

(73) Uprawniony z patentu:

**PRZEDSIĘBIORSTWO PRODUKCYJNO-
-HANDLOWO-USŁUGOWE ATUT
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Katowice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

MARCIN SZEBESTA, Katowice, PL

PL 236245 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przeciwwybuchowy system oświetlenia wyrobisk podziemnych w zakładach górniczych, zagrożonych wybuchem gazu, par cieczy palnych i pyłu węglowego.

W pracy górników jednym z kluczowych elementów zapewniających bezpieczeństwo jest stosowanie odpowiedniego oświetlenia – zarówno stacjonarnego, jak też przenośnego. Obecnie sieci oświetleniowe w zakładach górniczych mają wykonanie przeciwwybuchowe kategorii "Ex d", tak zwane wykonanie ognioszczelne (wg. wymagań Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE – ATEX), są oparte na wykorzystaniu prądu przemiennego (50 Hz) o napięciu 230 VAC (ew. 127 VDC). Dla potrzeb lokalnego oświetlenia sporadycznie stosuje się napięcie o wartości 24 VAC lub 42 VAC, pobierane z transformatora pomocniczego. Jednak są to obwody małej mocy, dla zasilania pojedynczych opraw oświetleniowych na odległość do kilku metrów. Głównie obwody oświetleniowe (chodniki, ściany, warsztaty, pompownie, rozdzielnie itp.) z reguły składają się z dużej liczby opraw oświetleniowych, rozłożonych w terenie. Na przykład, długość ściany wydobywczej może osiągnąć 300 metrów, a liczba opraw oświetleniowych 200 szt. Na całej trasie, od transformatora oświetleniowego do każdej oprawy oświetleniowej, łącznie z oprawą, obwód elektryczny powinien posiadać wykonanie przeciwwybuchowe, z reguły typu "Ex d".

Wadami takiego rozwiązania są niska elastyczność eksploatacyjna, wysokie prawdopodobieństwo porażenia elektrycznego oraz niska niezawodność zabezpieczenia przeciwwybuchowego.

Technologia urabiania z wykorzystaniem ściany zmechanizowanej oparta jest na kolejnym przesunięciu poszczególnych sekcji obudowy. W warunkach dołowych często występują uszkodzenia mechaniczne kabli zasilające oprawy oświetleniowe zainstalowane na poszczególnych sekcjach. W przypadku takiego uszkodzenia następuje wyłączenie oświetlenia całej ściany, co negatywnie wpływa na proces wydobywczy i bezpieczeństwo pracy.

Z opisu patentowego EP 2980666 znane jest strukturalne rozwiązanie magistrali zasilającej w wykonaniu przeciwwybuchowym. Magistrala jest przeznaczona dla sterowania i monitorowania parametrów technologicznych procesów przemysłowych, nie jest przeznaczona dla przesyłania zwiększonej wartości energii elektrycznej z wykorzystaniem linii przesyłowych do odbiorników terytorialnie rozproszonych, na przykład opraw oświetleniowych w strefach zagrożonych wybuchem.

Znany jest, na przykład z opisu patentowego Rosyjskiej Federacji RU 2009330 sposób oświetlenia podziemnych wyrobisk górniczych polegający na podaniu napięcia prądu przemiennego o częstotliwości 5000 Hz do obwodu zasilającego w postaci pętli indukcyjnej. Przewód pętli przechodzi przez kolejne transformatory w każdej oprawie oświetleniowej, przy tym we wtórnych uzwojeniach tych transformatorów indukuje się napięcie dostateczne dla pracy oprawy oświetleniowej. Wadą takiego rozwiązania jest niska kompatybilność elektromagnetyczna, ponieważ zasilająca pętla indukcyjna o dużym natężeniu prądu przy częstotliwości akustycznej 5000 Hz stwarza zakłócenia w równoległych obwodach elektrycznych systemów telekomunikacji i automatyki.

Znany jest również, na przykład z rosyjskiego opisu patentowego RU 2265971 układ awaryjnego oświetlenia zawierający źródło zasilania i oprawy oświetleniowe. W tym rozwiązaniu, celem zmniejszenia strat energii, każda oprawa oświetleniowa dodatkowo zawiera szeregowo połączone detektor częstotliwości, sterownik konwertera napięcia, konwerter napięcia i emiter światła. Pomiędzy źródłem zasilania a linią przesyłową włączony jest sterowany amplitudowy modulator, po to by zapewnić włączenie opraw oświetleniowych według ustalonego algorytmu. Wadą takiego rozwiązania jest zbyt skomplikowana realizacja techniczna urządzenia, niska kompatybilność elektromagnetyczna i mała liczba opraw oświetleniowych w jednej sekcji zasilania.

Znany jest z opisu patentowego US 4293799 system zasilania odbiorników energii elektrycznej, zwłaszcza fluorescencyjnych lamp, ulokowanych w strefie zagrożenia wybuchem. Budowa systemu jest oparta na stosowaniu prądu przemiennego w zakresie od 1 kHz do 500 kHz. Każdy odbiornik jest zasilany z wtórnego uzwojenia odrębnego transformatora, a pierwotne uzwojenia tych transformatorów są połączone szeregowo poprzez kondensatory. Rozwiązanie według patentu US 4293799 jest modernizacją technicznego rozwiązania znanego z opisu patentowego GB 1401628. Wadą takiego systemu jest możliwość zasilania małej liczby odbiorników energii elektrycznej, ponieważ obecność znaczącej sumarycznej indukcyjności w obwodzie elektrycznym zmniejsza stosunek indukcyjności do rezystancji tego obwodu, co skutkuje zmniejszeniem iskrobezpiecznej mocy przekazywanej na odległość, wysoka wartość napięcia doprowadzana do opraw oświetleniowych oraz niska kompatybilność elektromagnetyczna.

Z opisu patentowego PL 203392 znany jest sposób przesyłania iskrobezpiecznej energii elektrycznej, poprzez tor przesyłowy, polegający na rozdzielaniu tego toru na odcinki za pomocą przelotowych konwerterów napięcia i utrzymaniu na wyjściu tych konwerterów największej wartości napięcia, dopuszczonej przepisami bezpieczeństwa pracy pod napięciem, w którym część energii elektrycznej, odebranej na końcu poszczególnych odcinków toru przesyłowego, doprowadza się do następnego odcinka tego toru jednokierunkowo bez przetwarzania, a pozostałą część energii elektrycznej przetwarza się w dodatkowym konwerterze i doprowadza się do następnego odcinka, tak aby przy szeregowym dodaniu napięć, na wejściu następnego odcinka zostało utrzymane napięcie o żądanej wartości. Wadą takiego rozwiązania jest niska energia elektryczna doprowadzana do rozproszonych w terenie odbiorników energii elektrycznej oraz jego skomplikowana realizacja techniczna.

Znany jest także, na przykład z polskiego opisu patentowego PL 179742 sposób oświetlenia wyrobiska ścianowego dotyczy umieszczenia opraw oświetleniowych w wyrobisku ścianowym pod względem uzyskania maksymalnego strumienia światła i nie jest przedmiotem niniejszego rozwiązania.

Ponadto z polskich opisów patentowych PL 158382, PL 205356, PL 205480 oraz PL 229204 znane są sposoby i układy iskrobezpiecznego zasilania terminali elektrycznych funkcjonujących w środowisku wybuchowym, tzw. strefa Ex. Wadą tych rozwiązań jest niska wartość energii elektrycznej doprowadzonej do obciążenia za pomocą linii przesyłowej.

Przeciwwybuchowy system oświetlenia wyrobisk podziemnych w zakładach górniczych, według wynalazku, zawiera zasilacz centralne źródło zasilania podłączone do trzech żył roboczych miedzianego kabla wielożyłowego, tworząc przy tym trójfazowy układ napięć typu trójkąt o napięciu międzyfazowym 24 VAC dla przesyłania energii elektrycznej prądem przemiennym. Trasa kabla wielożyłowego jest podzielona na odcinki przez lokalne zasilacze, które w sposób iskrobezpieczny dokonują zasilania opraw oświetleniowych zbudowanych z wykorzystaniem półprzewodnikowych emiterów światła widzialnego – LED. Ponadto kabel wielożyłowy zawiera odrębne obwody kontroli ciągłości kabla i upływności izolacji. Centralne źródło zasilania, kabel wielożyłowy i zasilacze lokalne mają wykonanie "Ex d", a oprawy oświetleniowe mają wykonanie "Ex i" i są zasilane z wyjść iskrobezpiecznych tych zasilaczy.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładowym wykonaniu na rysunku, przedstawiający schemat strukturalny systemu oświetlenia wyrobisk podziemnych w zakładach górniczych.

System oświetlenia wyrobisk podziemnych w zakładach górniczych składa się z centralnego źródła **1** zasilającego trójfazowy obwód typu trójkąt dla przesyłania energii elektrycznej z wykorzystaniem trzech żył roboczych wielożyłowego kabla **2**. Centralne źródło zasilania **1** zawiera trójfazowy transformator separujący **5**, wykonany zgodnie z wymaganiami wyżej wymienionej dyrektywy ATEX, połączony przez trójfazowy stycznik mocy **6** i trójfazowy blok miękkiego startu **7** z trzema żyłami roboczymi wielożyłowego kabla miedzianego **2**. Centralne źródło zasilania **1** dodatkowo zawiera jednofazowy separujący transformator **8**, również wykonany wg. wymagań dyrektywy ATEX, jego wyjście jest związane z wejściem iskrobezpiecznego zasilacza prądu stałego **9**, wyjście którego jest związane z wejściem zasilającym układu kontroli i sterowania **10**, którego jedno wyjście sterujące związane jest z wejściem sterującym trójfazowego stycznika mocy **6**, drugie wyjście sterujące związane jest z wejściem sterującym trójfazowego bloku miękkiego startu **7**, a wyjście-wejście pomiarowe z żyłami, kontrolnymi wielożyłowego kabla miedzianego **2**.

System działa w sposób następujący. Przesyłanie energii elektrycznej oparte jest na wykorzystaniu trzech żył roboczych wielożyłowego kabla miedzianego **2**. Napięcie zasilania w układzie trójfazowym typu trójkąt o wartości międzyfazowej 24 VAC przez trójfazowy stycznik mocy **6** i trójfazowy blok miękkiego startu **7** jest podawane do trzech żył roboczych wielożyłowego kabla miedzianego **2**, tworząc przy tym trójfazowy układ przesyłania energii elektrycznej prądem przemiennym. Trasa wielożyłowego kabla **2** jest podzielona za pomocą typowych lokalnych zasilaczy iskrobezpiecznych **3**, przy czym jedna trzecia tych zasilaczy jest podłączona do napięcia U_{L1L2} , jedna trzecia – do U_{L1L3} i jedna trzecia – do U_{L2L3} , dla zapewnienia równo miernego obciążenia międzyfazowego. Pojedynczy lokalny zasilacz iskrobezpieczny **3** posiada n wyjść dla zasilania w sposób iskrobezpieczny odpowiedniej liczby opraw oświetleniowych **4**, zbudowanych z wykorzystaniem półprzewodnikowych emiterów światła widzialnego – LED.

Kontrolę parametrów elektrycznych wielożyłowego kabla miedzianego **2** przed podaniem energii zasilania i w trakcie pracy systemu dokonuje się za pomocą układu kontroli i sterowania **10**. Przed podaniem napięcia zasilania do trójfazowego obwodu zasilania dokonuje się w sposób iskrobezpieczny pomiaru ciągłości kabla **2** oraz upływności izolacji. W przypadku kiedy kontrolowane wskaźniki nie przekraczają wartości dopuszczalne jest inicjowane podanie energii zasilania za pomocą trójfazowego stycznika mocy **6** i trójfazowego bloku miękkiego startu **7**, z wykorzystaniem ich wejść sterujących.

W przypadku przerwania żył kabla miedzianego **2** lub zmniejszenia ich rezystancji izolacji poniżej wartości dopuszczalnej układ kontroli i sterowania **10** odłączy trójfazowy obwód zasilania od centralnego źródła zasilania **1**.

Wymagania dyrektywy ATEX są spełnione wskutek tego, że centralne źródło zasilania **1** wraz z wielożyłowym kablem miedzianym **2** mają wykonanie przeciwwybuchowe typu "Ex d", a lokalne zasilacze **3** i zespoły oświetleniowe **4** są wykonane jako urządzenia elektryczne kategorii "Ex m" i "Ex i".

Wyeliminowanie możliwości porażenia elektrycznego osiągnięto drogą stosowania prądu przemennego o napięciu SELV, tzn. o napięciu 24 VAC.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przeciwwybuchowy system oświetlenia wyrobisk podziemnych w zakładach górniczych, zawierający centralne źródło zasilania wyposażone w trójfazowy transformator separujący połączony przez trójfazowy stycznik mocy z wielożyłowym kablem miedzianym dla przesyłania energii zasilania prądem przemiennym, **znamienny tym**, że pomiędzy stycznikiem mocy a wymienionym kablem wielożyłowym ulokowany jest trójfazowy blok miękkiego startu (**7**), trasa wielożyłowego kabla jest podzielona na odcinki za pomocą lokalnych zasilaczy iskrobezpiecznych (**3**), każdy z których posiada n wyjść, każde z których zasila w sposób iskrobezpieczny odrębny zespół oświetleniowy (**4**), a centralne źródło zasilania dodatkowo zawiera jednofazowy separujący transformator (**8**), wyjście którego związane jest z wejściem iskrobezpiecznego zasilacza prądu stałego (**9**), wyjście którego związane jest z wejściem zasilającym układu kontroli, i sterowania (**10**), którego jedno wyjście sterujące związane jest z wejściem sterującym trójfazowego stycznika mocy, drugie wyjście sterujące związane jest z wejściem sterującym bloku miękkiego startu (**7**), a wyjście-wejście pomiarowe z żyłami kontrolnymi wielożyłowego kabla zasilającego.
2. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że centralne źródło zasilania wraz z wielożyłowym kablem miedzianym mają wykonanie przeciwwybuchowe typu "Ex d".
3. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że lokalne zasilacze i zespoły oświetleniowe posiadają wykonanie typu "Ex m" i "Ex i".
4. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że posiada trójfazowy obwód zasilający w układzie typu trójkąt.
5. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że napięcie międzyfazowe w obwodzie zasilającym wynosi 24 VAC.

Rysunek

