



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent dodatkowy
do patentu nr ———

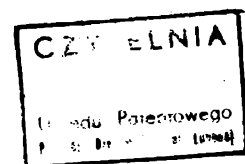
Zgłoszono: 80 02 13 (P. 221977)

Pierwszeństwo ———

Zgłoszenie ogłoszono: 81 08 21

Opis patentowy opublikowano: 1987 03 31

Int. Cl.³ G01V 3/12
G08B 21/00
E21F 17/18



Twórcy wynalazku: Jan Dzwinel, Krzysztof Sojka

Uprawniony z patentu: Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa,
Kraków (Polska)

Sposób i urządzenie do prognozowania miejsc zagrożonych tąpniętami i zawałami górniczymi

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do prognozowania miejsc zagrożonych tąpniętami i zawałami górniczymi przeznaczony do określania zmian stanu naprężeń górotworu.

Znane dotychczas sposoby elektromagnetyczne charakteryzują się stosowaniem urządzeń wieloelektrodowego profilowania oporności bądź stosowaniem wysokoczęstotliwościowych urządzeń profilowania indukcyjnego w tym tak zwanego prześwietlania radiofalowego. Urządzenia indukcyjne sprowadzają się do dipolowej emisji fali elektromagnetycznej i pomiaru jej składowych. Dotychczas stosowane urządzenia charakteryzują się małą czułością, brakiem możliwości eliminacji zakłóceń wywoływanych technicznym uzbrojeniem wyrobisk górniczych oraz brakiem zabezpieczenia identyczności pomiarów z upływem czasu.

Sposób prognozowania według wynalazku, charakteryzuje się tym, że strefy zagrożenia tąpniętami i zawałami górniczymi ustala się przez obserwację znormalizowanych zmian amplitudy i fazy elektromagnetycznego sygnału kodowego wytworzonego w antenie nadawczej przez generator elektroniczny i odebranego przez anteny odbiorcze w odstępach czasowych drogą systematycznych powtórzeń pomiarów i wydzielania stref anomalnych zmian gradientu czasowego amplitudy i fazy sygnałów elektromagnetycznych, a następnie przez porównanie kodu tych zmian ze zmianami wzorcowymi pomiarów elektromagnetycznych amplitudy i fazy uzyskanymi doświadczalnie w skali laboratoryjnej dla danej kopalni prognozuje się według wielkości i charakteru uzyskanych anomalii bezpieczny okres pobytu w strefie zagrożenia tąpniętami oraz skuteczność podjętych zabiegów przeciw zawałowym.

Urządzenie według wynalazku, charakteryzuje się tym, że na karkasie utworzonym z płaszczyzn dwóch ram połączonych na zawiasie o kącie rozwarcia regulowanym kątomierzem nawinięty jest kabel stanowiący antenę nadawczą. W centralnej części poziomej ramy karkasu na statywie w środku przecięcia się osi symetrii obu płaszczyzn karkasu umieszczony jest zestaw trzech anten odbiorczych, korzystnie o jednakowych czułościach, z których pierwsza antena odbiorcza jest prostopadła do jednej płaszczyzny ramy, druga antena odbiorcza jest prostopadła do drugiej płaszczyzny ramy, a trzecia antena odbiorcza jest równoległa do obu płaszczyzn ram. Antena nadawcza zasilana jest ze źródła prądu poprzez generator elektroniczny formujący przebieg

prądowy składający się z wielu przebiegów cyklicznych o określonym stosunku amplitudy natężenia prądu i ich przesunięciach fazowych najkorzystniej w paśmie częstotliwości 0,05–100 Hz. Źródło prądu sprzężone jest z układem pomiarowym połączonym z jednej strony z rejestratorem a z drugiej strony poprzez multiplekser połączony kablem z antenami odbiorczymi.

Sposób i urządzenie jest proste w obsłudze i tanie w realizacji. Zapewnia zarówno bezpośrednią obserwację zmian stanu naprężeń górotworu w kopalni jak i prognozowanie zachodzących zjawisk fizycznych w górotworze.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia, fig. 2 — schemat pomiarów elektromagnetycznych i wydzielania stref zagrożenia tapaniami i zawałami górniczymi.

Na karkas 1 utworzony z płaszczyzny dwóch ram połączonych na zawiasie 2 o kącie rozwarcia regulowanym według kątomierza 3 nawija się obwód indukcyjny kabla, pozwalający uzyskać indukcję najkorzystniej w granicach 100–1000 amperozwój/metr powierzchni sumy płaszczyzn ramki. W centralnej części poziomej ramki karkasu 1 na statywie 5, najkorzystniej w środku przecięcia się osi symetrii obu płaszczyzn karkasu, umieszcza się zestaw trzech identycznych anten odbiorczych 6, 7 i 8, z których antena 6 jest prostopadła do jednej płaszczyzny ramy, antena odbiorcza 7 do drugiej płaszczyzny ramy, a antena odbiorcza 8 jest równoległa do obu tych płaszczyzn.

Antenę nadawczą 4 zasila się ze źródła prądu 9 poprzez generator elektroniczny 10 formujący przebieg prądowy składający się z kilku przebiegów cyklicznych o określonym stosunku amplitudy natężenia prądu i ich przesunięciach fazowych, najkorzystniej w paśmie częstotliwości 0,05–100 Hz. Wzajemne relacje między amplitudami i fazami przebiegów ustala się w generatorze elektronicznym 10 w oparciu o taką charakterystykę amplitudową i fazową anten odbiorczych 6, 7 i 8, aby sygnały odbierane przez te anteny w przestrzeni jednorodnej (pudle izolacyjnym) posiadały praktycznie jednakową amplitudę, a charakterystyka fazowa prostą strukturę np. zdefiniowaną według kryterium rozkładu harmonicznego względem najniższej częstotliwości. Ten element konstrukcji anteny nadawczej 4 i anten odbiorczych 6, 7, 8 zapewnia możliwość bardzo czułych obserwacji anomalnych zmian struktury amplitudowej fazowej charakterystyki splotu elektromagnetycznego sygnału względem jednej wybranej (jako bazowa) częstotliwości niezależnie od struktury układu geometrycznego emisji i pomiaru fal elektromagnetycznych. Jest to w układzie pierwszy stopień zabezpieczenia wydzielenia tzw. geofizycznego efektu czystej anomalii.

Anteny odbiorcze 6, 7, 8 tworzy się przez nawinięcie na trzy identyczne rdzenie permalojowe o średnicy 5 cm i długości 0,8 m identycznej ilości (ponad 1 mln) zwojów i obudowanie ich tworzywem izolacyjnym. Obwody indukcyjne anten odbiorczych 6, 8 łączy się w sposób kompensacyjny, a osie ich kieruje się prostopadle do odpowiednich dwóch płaszczyzn karkasu 1 obwodu indukcyjnego anteny nadawczej 4. Konstrukcja ta zabezpiecza całkowitą kompensację sygnałów bezpośrednio indukowanych przez antenę nadawczą 4 oraz sygnałów przekazywanych przez całkowicie jednorodny górotwór. Stąd też kąt rozwarcia płaszczyzn karkasu 1 określony kątomierzem 3 winien być równy kątowi rozwarcia anten odbiorczych 6 i 7.

Przez umieszczenie anteny odbiorczej 8 równoległe do obu płaszczyzn karkasu 1 wyklucza się również możliwość odbioru sygnałów bezpośrednio indukowanych przez antenę nadawczą 4 i pochodzących od jednorodnego górotworu. W ten sposób w całości układ anten odbiorczych 6, 7, 8 daje drugi stopień zabezpieczenia uzyskania tzw. geofizycznego efektu czystej anomalii pochodzącej od niejednorodności górotworu tj. anomalii statycznej — określanej czynnikami geologicznymi i anomalii dynamicznej — określonej stanem naprężenia górotworu lub znajdujących się w jego przestrzeni porowej gazów. Wywołane niejednorodnym górotworem w antenach odbiorczych 6 i 7 sygnały przekazuje się kablem 11, a w antenie odbiorczej 8 kablem 12 do multipleksa 13 skąd sekwencyjnie mierzy się je układem pomiarowym 14 składającym się z woltomierza i fazomierza oraz zapisuje się na nośniku magnetycznym dla celów komputerowego przetwarzania rejestratorem 15, który jednocześnie dla analiz bieżących wyposażony jest w rejestrator analogowy z możliwością porównawczego zestawienia pomiarów z różnych odstępów czasowych w celu bezpośredniej oceny zmian zachodzących w tym czasie w górotworze.

Urządzenie według wynalazku umieszczone na wózku 16 przemieszcza się wzdłuż wyrobiska górniczego 17 i dokonuje się pomiarów w funkcji częstotliwości splotu f i położenie x pomiarów

wielkości: — amplitudy sygnału absolutnego — $a(f, x)$; — amplitudy sygnału względem częstotliwości bazowej — $\overset{*}{a}(f, x)$; — przesunięcia fazowego względem natężenia prądu w obwodzie indukcyjnym $I(f)$ — $\varphi(f, x)$; — przesunięcia fazowego względem fazy częstotliwości bazowej (f_0) — $\overset{*}{\varphi}(f, x)$.

Dla każdej częstotliwości $f_k (k = 1, 2, \dots, m)$ i położenia punktu pomiarowego $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ oblicza się wielkości:

$$(\Delta \rho_a \cdot k_\rho) = \frac{a}{I}; \quad (\Delta \overset{*}{\rho}_a, k_\rho) = \frac{\overset{*}{a}}{I}$$

polaryzacji

$$(\Delta \eta_a \cdot k_\eta) = \operatorname{tg} \varphi; \quad (\Delta \overset{*}{\eta}_a, k_\eta) = \operatorname{tg} \overset{*}{\varphi}$$

przenikalności elektrycznej

$$(\Delta \epsilon_a \cdot k_\epsilon) = \frac{I}{a \cdot f} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{ctg} \varphi}; \quad (\Delta \overset{*}{\epsilon}_a, k_\epsilon) = \frac{I}{\overset{*}{a} f} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{ctg} \overset{*}{\varphi}}$$

Niezdefiniowane współczynniki skojarzeniowe: $k_\rho, k_\rho^*, k_\eta, k_\eta^*, k_\epsilon, k_\epsilon^*$ w przypadku badania zmian stanu naprężeń górotworu od czasu „ t_0 ” w czasach $t_1, t_2, \dots, t_m$ eliminuje się w zależności funkcyjnych równania (1) poprzez znormalizowanie (podzielenie) ich przez wartości te otrzymane w czasie „ t_0 ” to jest obliczanie zamiast wartości równania (1) według zależności następujących zmian w czasie t :

$$\Delta \rho_a(t) = \frac{a(t)/a(t_0)}{I(t)/I(t_0)}; \quad \Delta \overset{*}{\rho}_a = \frac{\overset{*}{a}(t)/\overset{*}{a}(t_0)}{I(t)/I(t_0)}$$

$$\Delta \eta_a(t) = \frac{\operatorname{tg} \varphi(t)}{\operatorname{tg} \varphi(t_0)}; \quad \Delta \overset{*}{\eta}_a = \frac{\operatorname{tg} \overset{*}{\varphi}(t)}{\operatorname{tg} \overset{*}{\varphi}(t_0)} \quad (2)$$

$$\Delta \epsilon_a(t) = \frac{I(t)/I(t_0)}{a(t)/a(t_0)} \cdot \frac{1 + \operatorname{ctg} \varphi(t_0)}{1 + \operatorname{ctg} \varphi(t)}; \quad \Delta \overset{*}{\epsilon}_a = \frac{I(t)/I(t_0)}{\overset{*}{a}(t)/\overset{*}{a}(t_0)} \cdot \frac{1 + \operatorname{ctg} \overset{*}{\varphi}(t_0)}{1 + \operatorname{ctg} \overset{*}{\varphi}(t)}$$

Dla każdego czasu $t_1, t_2, \dots, t_n$ wartości $\Delta \rho_a, \Delta \overset{*}{\rho}_a$ dla każdej częstotliwości f i x zestawia się w postaci „mapy” izolinii **18**, najkorzystniej z przyjętą skalą logarytmiczną na osi I/f i liniową wzdłuż osi x . W podobny sposób w postaci map izolinii **18** przedstawia się rozkład wielkości $\Delta \eta_a, \Delta \overset{*}{\eta}_a, \Delta \epsilon_a, \Delta \overset{*}{\epsilon}_a$. Na mapach izolinii **18** strefom zwiększających się ciśnień górotworu **19** odpowiada w zależności od rodzaju skał ustalony na etapie doświadczalnych badań laboratoryjnych dla danej kopalni, specyficzny łączny rozkład anomalii **20**. Dla stref „rozprężeń” górotworu **21** rozkład ten, ustalony dla danej kopalni „empirycznie” posiada inną łączną strukturę rozkładu anomalii **22**.

Podobnie wraz ze wzrostem czasu t aż do utraty wytrzymałości górotworu kompleks zmian charakterystyk gradientu oporności **23** i gradientu przenikalności elektrycznej **24** według zależności funkcyjnych równania (2) przebiega różnie dla stref naprężeń **25** i stref rozprężeń koncentracji gazowych **26**. Obserwując kompleks zmian w czasie t dla splotu częstotliwości f i porównując gradient przyrostu tych zmian w czasie z podobnymi zależnościami ustalonymi laboratoryjnie dla danych rodzajów skał — można w oparciu o komputerowy system rozpoznawania obrazów zlokalizować strefy zagrożone zwałami lub tąpnięciami górniczymi oraz prognozować czas krytyczny t_k , w którym zostanie naruszona mechaniczna wytrzymałość górotworu.

Skuteczność zabiegów przeciwważowych jest w prosty sposób kontrolowana w oparciu o zmniejszenie aż do zaniku zmian w czasie t wielkości $\Delta \rho_a, \Delta \overset{*}{\rho}_a, \Delta \eta_a, \Delta \overset{*}{\eta}_a, \Delta \epsilon_a, \Delta \overset{*}{\epsilon}_a$. W miejscach szczególnie zagrożonych urządzenie według wynalazku może być zainstalowane na okres dłuższy, a na podstawie jego cyklicznych wskazań podejmowane są decyzje alarmowe lub zmiany technologii zapobiegawczych. W kopalniach o szczególnym zagrożeniu celowe jest zainstalowanie urządzenia stanowiącego przedmiot wynalazku w specjalnych niszach i podłączenie zarówno do dźwiękowego urządzenia alarmowego nastawionego na określony dla danej kopalni doświadczalnie próg bezpiecznego natężenia górotworu jak i do sieci centralnej istniejącego zbioru informacji ostrzegawczych o stanie zagrożenia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób prognozowania miejsc zagrożonych tapaniami i zawałami górniczymi. **znamienny tym**, że strefy zagrożenia tapaniami i zawałami górniczymi ustala się przez obserwację znormalizowanych zmian amplitudy i fazy elektromagnetycznego sygnału kodowego wytworzonego w antenie nadawczej przez generator elektroniczny i odbieranego przez anteny odbiorcze w odstępach czasowych drogą systematycznych powtórzeń pomiarów i wydzielania stref anomalnych zmian gradientu czasowego amplitudy i fazy sygnałów elektromagnetycznych, a następnie przez porównanie kodu tych zmian ze zmianami wzorcowymi pomiarów elektromagnetycznych amplitudy i fazy uzyskanymi doświadczalnie w skali laboratoryjnej dla danej kopalni prognozuje się według wielkości i charakteru uzyskanych anomalii bezpieczny okres pobytu w strefie zagrożenia tapaniami oraz skuteczność podjętych zabiegów przeciw zawałowym.

2. Urządzenie do prognozowania miejsc zagrożonych tapaniami i zawałami górniczymi. **znamiennie tym**, że na karkasie (1) utworzonym z płaszczyzn dwóch ram połączonych na zawiasie (2) o kącie rozwarcia regulowanym kątomierzem (3) nawinięty jest kabel stanowiący antenę nadawczą (4), przy czym w centralnej części poziomej ramy karkasu (1) na statywie (5) w środku przecięcia się osi symetrii obu płaszczyzn karkasu (1) umieszczony jest zestaw trzech anten odbiorczych (6, 7, 8) korzystnie o jednakowych czułościach, z których jedna antena odbiorcza (6) jest prostopadła do jednej płaszczyzny ramy, druga antena odbiorcza (7) jest prostopadła do drugiej płaszczyzny ramy, a trzecia antena odbiorcza (8) jest równoległa do obu płaszczyzn ram, przy czym antena nadawcza (4) zasilana jest ze źródła prądu (9) poprzez generator elektroniczny (10) formujący przebieg prądowy składający się z wielu przebiegów cyklicznych o określonym stosunku amplitudy natężenia prądu i ich przesunięciach fazowych najkorzystniej w paśmie częstotliwości 0,05–100 Hz, które jest sprzężone z układem pomiarowym (14) połączonym z jednej strony z rejestratorem (15), a z drugiej strony poprzez multiplekser (13) połączony kablem (11) z antenami odbiorczymi (6 i 7) i kablem (12) z anteną odbiorczą (8).

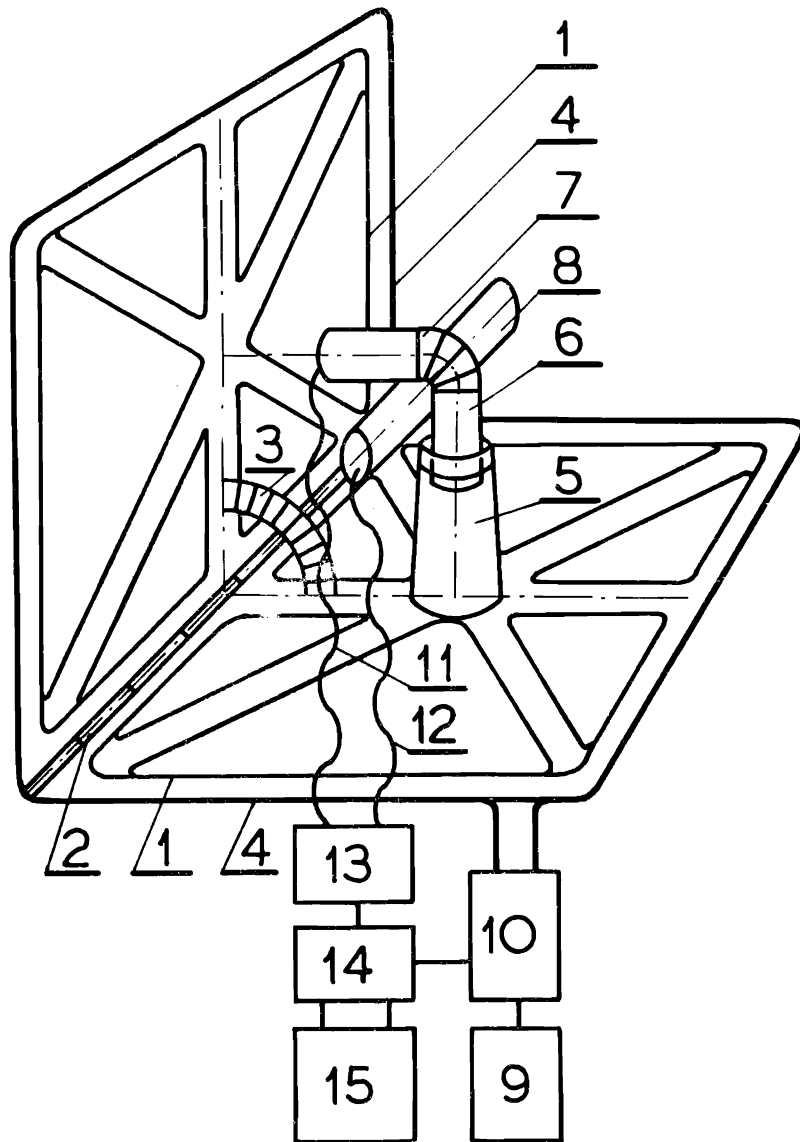


Fig. 1.

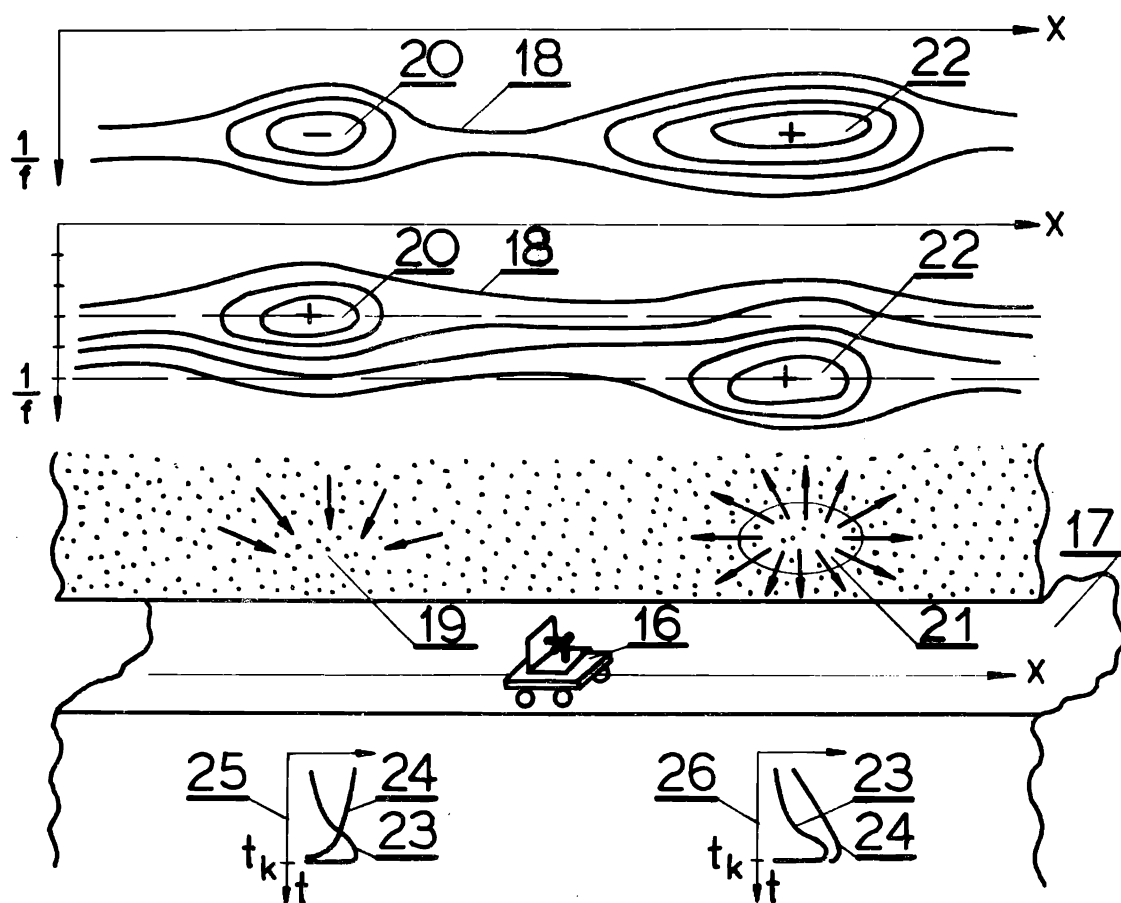


Fig. 2.