

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 43967

Kl. 42 d. 5

VEB Kombinat „Otto Grotewohl”

Böhlen, Niemiecka Republika Demokratyczna

Sposób elektrycznego odtwarzania charakterystyk oporu przepływu powietrza w układzie wentylacyjnym kopalni

Patent trwa od dnia 25 kwietnia 1959 r.

Wynalazek dotyczy sposobu elektrycznego odtwarzania charakterystyk oporu przepływu powietrza w układzie wentylacyjnym kopalni.

W celu zaprojektowania układu wentylacyjnego do podziemnych robót górniczych potrzebne jest, biorąc ogólnie, uprzednie ustalenie za pomocą obliczeń żądanych wartości przepływów powietrza w istniejącej lub projektowanej sieci chodników. Jeżeli chodzi o mniejsze kopalnie, posiadające mniej rozgałęzione sieci wentylacyjne, to nakład pracy na wykonanie koniecznych obliczeń jest stosunkowo mały. W większych zakładach górniczych o skomplikowanej i bardzo rozgałęzionej sieci wentylacyjnej obliczenia takie są bardzo złożone i pochłaniają dużo czasu, przy czym wraz z rozszerzeniem zakresu obliczeń wzrasta również możliwość powstawania błędów w przeprowadzanych obliczeniach.

Przy zastosowaniu elektrycznych modeli układów wentylacyjnych wymienione wyżej niedogodności, występujące przy obliczeniach prądów powietrznych, mogą być znacznie zmniejszone.

Znane dotychczas elektryczne modele układów wentylacyjnych nie stanowią zmniejszonego tylko w skali układu prądów powietrznych występujących przy wentylacji kopalń, lecz opierają się na zasadzie podobieństwa praw rządzących prądem powietrznym i prądem elektrycznym. W istocie swej są więc elektryczne modele układów wentylacyjnych zbliżone raczej do nowoczesnych, analogowych maszyn do liczenia, gdzie każdej operacji rachunkowej odpowiada pewna kombinacja wartości napięć, prądów lub impulsów elektrycznych. Znane są również modele układów wentylacyjnych zbliżone do modeli przedstawiających rozpyły cieczy lub gazów w przewodach. Przebiegająca według funkcji potęgowej charakterystyka zewnętrzna żarówki może być wykorzystana np. do odtwarzania zasady przebiegów wentylacyjnych. Przy tego rodzaju modelu zestawienie żarówek w odpowiednie grupy jest jednak bardzo pracochłonne. Dlatego też model składający się z żarówek nadaje się do projektowania stosunkowo niedużych układów

wentylacyjnych. Przyrównywanie oporności omowych do oporów powietrza pozwala za pomocą interpolacji matematycznej również na odtworzenie zasad przebiegów w układach wentylacyjnych. Wadą tych urządzeń jest jednak znaczny czas potrzebny do wykonania obliczeń pomocniczych podczas przeprowadzania badania, co uwiadcza się tym bardziej, im więcej rozgałęzień posiada odtwarzana sieć wentylacyjna. Stosując większą liczbę aparatów można ten system przekształcić w sposób półsamoczynnego przyrównywania oporności omowych do odpowiadających im oporów prądów powietrza. Jednak tak jak i poprzednio przyrównywanie odpowiadających sobie wartości następuje stopniowo, wskutek czego liczba rozgałęzień odtwarzanej sieci wentylacyjnej musi być ograniczona, aby czas potrzebny do przedstawienia poszczególnych przebiegów wentylacyjnych można było utrzymać w dopuszczalnych granicach. Znany jest również model elektryczny układu wentylacyjnego, który wykorzystując podobieństwo praw rządzących przebiegami elektrycznymi i ruchem prądów powietrznych, przyrównuje opory elektryczne do odpowiadających im oporów powietrza w sposób całkowicie zautomatyzowany. Wskutek dużej liczby stosowanych aparatów osiąga się większą dokładność w przyrównywaniu odpowiadających sobie wartości, jednak wymaga to bardzo dużych nakładów pieniężnych. Poza tym taki model, wraz ze swoimi urządzeniami pomocniczymi, zajmuje dość znaczną przestrzeń. Oparty na podobnej zasadzie również w pełni zautomatyzowany model układu wentylacyjnego proponowany był w innej wersji. Także w tym przypadku konieczna jest duża liczba aparatów, a zajmowana przestrzeń również jest dość znaczna.

Wynalazek ma na celu odtwarzanie elektrycznej charakterystyki każdej dowolnej wartości oporu powietrza przy uwzględnieniu wykładnika odpowiadającego danej charakterystyce oporu powietrza, pozwalającego na ustalenie wydatku prądu lub depresji powietrza przez zwykły pomiar prądu elektrycznego i napięcia, pozwalającego na szybkie nastawienie żądanej wartości. Umożliwia to sprawdzenie, czy model pracuje bez zakłóceń oraz ustalenie kierunku ruchu powietrza i wpływ powstałych w naturalny sposób depresji powietrza. Pozwala to również na odtwarzanie elektrycznej charakterystyki wentylatorów.

Przy budowie modelu układu wentylacyjnego należy zastosować element składowy, wykazujący kwadratową zależność pomiędzy napięciem i na-

tężeniem prądu. Oprócz wielu innych sposobów, jeden wydaje się szczególnie korzystny, dzięki swej prostocie odtwarzania charakterystyk oporu powietrza. Jeżeli uprzytomni się, że różne rodzaje żelaza posiadają charakterystykę indukcji w funkcji natężenia pola przebiegającą proporcjonalnie do oporu przepływu powietrza, to otrzyma się główną zasadę, na której opiera się budowa modelu układu wentylacyjnego według wynalazku.

Przez zastosowanie cewek z określonymi rdzeniami żelaznymi, dla których charakterystyka indukcji w funkcji natężenia pola przebiega parabolicznie, można naśladować charakterystykę oporu powietrza za pomocą układu elektrycznego. Oprócz zastosowania takich rodzajów żelaza, dla których przebieg charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola ma charakter paraboliczny, można również dla naśladowania charakterystyki oporu powietrza użyć dławików polaryzowanych prądem stałym. Fakt, że przy takim modelu chodzi o urządzenie zasilane prądem zmiennym, którego działanie oparte jest na własnościach pewnych wielkości magnetycznych, ułatwia rozwiązanie różnych problemów. Różne rodzaje żelaza, jak np. permalloyd stosowany do wyrobu rdzeni transformatorowych, posiadają paraboliczny kształt charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola w pewnym określonym przedziale. Ponieważ indukcja jest proporcjonalna do napięcia w cewce, a natężenie pola do natężenia prądu w tejże cewce, można więc paraboliczny zakres wykorzystać do naśladowania charakterystyki oporu powietrza. W takim przypadku napięcie w cewce odpowiada depresji, natomiast natężenie prądu elektrycznego w cewce odpowiada wydatkowi prądu powietrza. Do cewki przyłożone jest napięcie zmienne. Paraboliczny przebieg zależności pomiędzy napięciem i natężeniem prądu elektrycznego ustala się samoczynnie przez zmianę współczynnika samoindukcji cewki. Można ustalić na podstawie obliczeń, że w omawianym przypadku prąd płynący w cewce, przy stałym napięciu, jest funkcją liczby zwojów cewki. Stosując powyższą zależność, można wartości oporu powietrza regulować wprost przez zmianę liczby zwojów cewki. Liczbę zwojów cewki można zmieniać przy użyciu odpowiednich odczepów. W ten sposób jednak nie można nastawiać wartości zawartych pomiędzy poszczególnymi odczepami. Przejście z jednej krzywej do drugiej nie następuje w sposób ciągły lecz skokami. Powyższą wadę można usunąć stosując cewkę jednowarstwową ze stykiem

ślizgowym. Ponieważ każdą wartość oporu powietrza można przedstawić jako sumę wielu oporów, przeto do nastawienia każdej dowolnej wartości oporu powietrza można zastosować poniższy sposób. Na przykład dwie cewki posiadają tak rozłożoną liczbę zwojów, że jedna umożliwia za pomocą odczepów nastawienie oporów powietrza dekadowo w zakresie od 0,01 do 0,1 stosowanych do pomiaru jednostek, druga natomiast w zakresie 0,001 do 0,01 tychże jednostek. Łącząc obie te cewki szeregowo można za pomocą odpowiednich odczepów nastawiać każdą żadaną wartość oporu powietrza w zakresie 0,001 — 0,1 używanych do pomiaru jednostek. Możliwe jest również dopasowanie ich do każdorazowego wykładnika. Zmianę wykładnika można uzyskać przez umieszczenie szczeliny powietrznej w rdzeniu żelaznym cewki.

Rozwinięcie opisanego wyżej modelu doprowadziło do całkowicie zautomatyzowanego elektrycznego modelu układu wentylacyjnego.

Potrzeba odtwarzania każdej dowolnej wartości oporu powietrza doprowadziła do powstania niżej opisanej zasady, według której jako element składowy dla odtwarzania charakterystyk oporu powietrza przyjmuje się również cewkę z rdzeniem ze specjalnego rodzaju żelaza. Element powyższy został uzupełniony przez dodanie uzwojeń sterujących, umożliwiających polaryzację właściwego dławika. Badając wpływ polaryzacji prądem stałym na przebieg charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola dla tego rodzaju rdzenia, stwierdzono niespodziewane następujące zjawisko; normalna charakterystyka indukcji w funkcji natężenia pola, np. dla blachy generatorowej, wykazuje pod wpływem polaryzacji prądem stałym paraboliczną zależność pomiędzy indukcją i natężeniem pola w początkowym swym zakresie.

Uwzględniając proporcjonalność, zachodzącą pomiędzy indukcją i napięciem w cewce oraz pomiędzy natężeniem pola i prądem płynącym w cewce, można ten paraboliczny zakres również wykorzystać do elektrycznego odtworzenia równania Gärtnera. W tym przypadku napięcie w cewce jest również proporcjonalne do depresji, a prąd elektryczny w cewce proporcjonalny do wydatku prądu powietrza. Obok zmian dawnej charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola, wynikła wskutek zmian polaryzacji nowa krzywa indukcji w funkcji natężenia pola, którą zastosowano do budowy modelu.

Można wykazać matematycznie, że przy stałej wartości napięcia prądu zmiennego w cewce,

prąd w niej płynący jest funkcją względnej przenikalności magnetycznej żelaza, z którego wykonany jest rdzeń cewki. Przez spolaryzowanie dławika prądem stałym możliwa jest regulacja względnej przenikalności magnetycznej w rdzeniu cewki. Jak z tego wynika, nastawianie w sposób ciągły każdej wartości oporu powietrza następuje przez prostą zmianę wartości polaryzującego prądu stałego.

Konstrukcja cewki może być np. następująca. Na trzech ramionach rdzenia o kształcie litery E umieszczone są cewki, przy czym cewki znajdujące się na zewnętrznych ramionach posiadają jednakową liczbę zwojów, a cewka na ramieniu środkowym posiada dowolną liczbę zwojów. Obie cewki zewnętrzne połączone są przeciwsobnie i są dołączone poprzez opór regulujący do źródła prądu stałego. Przez przeciwsobne połączenie obu cewek zewnętrznych indukowane w nich napięcie zmienne znosi się i nie przedostaje do źródła prądu stałego. Przez przeciwsobne połączenie obu cewek zewnętrznych indukowane w nich napięcie zmienne znosi się i nie przedostaje do źródła prądu stałego. Przez niewielką zmianę polaryzacyjnego prądu stałego, przy nie zmieniającym się napięciu prądu zmiennego w cewce środkowej, natężenie w niej płynącego prądu ulegnie zmianie.

Za pomocą opisanego wyżej układu doświadczalnego uzyskano wartości uwidocznione na rysunku w postaci wykresów, na których odcięte przedstawiają wydatek prądu powietrza, a rzędne — depresję. Na fig. 1 uwidoczniono w układzie współrzędnych wartości uzyskane za pomocą elementu doświadczalnego, a fig. 2 — stosunki podobnych otrzymanych wartości przedstawione w podwójnym układzie logarytmicznym.

Za pomocą opisanego modelu układu wentylacyjnego można również uzyskać odtworzenie wykładnika charakterystyki oporu powietrza. Ponieważ taki model oparty jest na zasadzie odtwarzania charakterystyki oporu powietrza za pomocą obwodów magnetycznych, regulacja wykładnika jest dość łatwa. Uwzględniając fakt, że charakterystyka indukcji w funkcji natężenia pola dla obwodu magnetycznego ulega zmianie, gdy w obwodzie tym znajdzie się szczelina powietrzna, to otrzyma się wskazówkę w jaki sposób można odtworzyć wykładnik charakterystyki oporu powietrza. Można wyprowadzić matematycznie, że przez włączenie szczeliny powietrznej w obwód rdzenia żelaznego, o parabolicznym przebiegu charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola, wykładnik paraboli ulegnie zmniejszeniu. Współczynnik paraboli nie ulegnie jednak zmianie. Wynika z tego następu-

jący sposób regulacji wykładnika odtwarzanej charakterystyki oporu powietrza.

Przez magnesowanie poprzeczne środkowego ramienia rdzenia opisanego powyżej układu cewek uzyskuje się również strefę o dużym oporze magnetycznym. Wskutek zmiany indukcji w poprzecznie magnesowanym obwodzie można uzyskać zmniejszenie wykładnika parabolicznej charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola. Jeżeli magnesowanie poprzeczne powoduje cewka, przez którą przepływa prąd stały, to każdej wartości tego prądu odpowiada określony wykładnik charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola lub napięcia w funkcji prądu cewki, przez którą przepływa prąd zmienny.

W modelu układu wentylacyjnego, wykorzystującym cewkę z prądem zmiennym do odtwarzania oporu powietrza, odpowiednie wartości tego oporu nastawia się przez dobór liczby zwojów, odpowiadającej danemu oporowi powietrza. Przełącznik do dobierania liczby zwojów w modelu układu wentylacyjnego może być wycechowany bezpośrednio we właściwych jednostkach. W modelu wykorzystującym dławik polaryzowany prądem stałym, jako element odtwarzający równanie Gärtnera, wartości oporu powietrza nastawia się przez odpowiednie podmagnesowywanie dławika prądem stałym. Na przykład opór włączony w obwód wzbudzenia, przy niezmiennym napięciu prądu stałego, może być wycechowany bezpośrednio we właściwych jednostkach. W celu uzyskania dużej dokładności, właściwe wartości polaryzacji dławika prądem stałym, odpowiadające danemu oporowi powietrza, umiemy się w odpowiednią tabelę. Odpowiedni wykładnik nastawia się albo przez dobór odpowiedniej szczeliny powietrznej w rdzeniu żelaznym, albo przez odpowiednie magnesowanie poprzeczne układu cewek. Ponieważ przy nastawianiu wykładnika chodzi tylko o wartości orientacyjne, przeto zmiana wielkości szczeliny powietrznej może być wycechowana w częściach wykładnika za pomocą znanego urządzenia. Przy zmianie wykładnika spowodowanej skutkiem magnesowania poprzecznego opór regulujący włączony w obwód magnesowania poprzecznego może być wycechowany w częściach wykładnika w założeniu, że napięcie zasilające nie ulega zmianie.

Aby zapewnić bezbłędne działanie modelu, muszą istnieć urządzenia kontrolne, które sygnalizowałyby błędy powstałe wskutek wyłączenia się jednego z elementów składowych modelu. Ponieważ charakterystyka indukcji w funkcji

natężenia pola wykazuje przebieg paraboliczny tylko w określonym przedziale, a pozostały jej przebieg jest zupełnie nie przydatny dla odtworzenia charakterystyki oporu powietrza, konieczne więc jest zastosowanie organu kontrolnego, który sygnalizowałby zejście z parabolicznej części charakterystyki indukcji w funkcji natężenia pola. Opierając się na stwierdzeniu, że napięcie indukowane w cewce przebiega proporcjonalnie do indukcji, to zasada, której odpowiadać ma organ kontrolny polega na sygnalizacji przekroczenia maksymalnego napięcia. Praktycznie biorąc, nadaje się do tego celu np. urządzenie opisane poniżej. Na rdzeniu żelaznym elementu, z jakich składa się model, znajduje się cewka dodatkowa połączona poprzez opór zabezpieczający z lampą gazową jarzeniową. Liczba zwojów tej pomocniczej cewki jest dobrana tak, aby przy maksymalnym napięciu dopuszczalnym dla pojedynczego elementu składowego, napięcie indukowane w cewce pomocniczej przyjmowało wartość bliską, nieco niższą od napięcia zapłonu lampy jarzeniowej. Przy wzroście napięcia na elemencie, wzrasta również wartość indukcji tak, że napięcie indukowane w cewce pomocniczej powoduje zapłon lampy jarzeniowej. Zapalenie się lampy sygnalizuje więc przekroczenie maksymalnej wartości napięcia dla danego elementu składowego. Kontrola przepływu prądu w poszczególnych ogniwach składowych modelu następuje w analogiczny sposób. Na rdzeniu żelaznym elementu umieszczona jest jeszcze jedna cewka pomocnicza, połączona poprzez opór zabezpieczający z lampą jarzeniową. Liczba zwojów tej cewki jest dobrana tak, że przy najmniejszej wartości odtwarzanej depresji powietrza napięcie indukowane w cewce pomocniczej jest równe napięciu zapłonu lampy. Zgaśnięcie lampy wskazuje, że w danym elemencie składowym nie płynie prąd. Brak prądu, w odniesieniu do przebiegów powietrznych oznacza, że żaden ruch powietrza nie jest wykazywany. Zmiany w układzie sieci prądów powietrznych mogą mieć czasem zasadnicze znaczenie dla warunków wentylacyjnych. W czasie wypadków w kopalni, np. pożarów lub zaważenia się chodników, wystąpić może nawet odwrócenie kierunku ruchu powietrza. Przy odtwarzaniu na elektrycznym modelu takich wypadków, w modelu również wystąpi zmiana kierunku prądu. W opisanym wyżej modelu układu wentylacyjnego zmianę kierunku ruchu powietrza wskazuje np. przekładnik o zmiennym kierunku działania. W urządzeniu tym cewka na-

pięciowa przekładnika kierunkowego jest dołączona do napięcia zmiennego, niezależnego od modelu. Cewka prądowa przekładnika włączona zostaje do badanej gałęzi modelu. Zgodnie z każdorazowym kierunkiem prądu powstanie odpowiednio skierowany moment obrotowy uruchamiający kotwicę przekładnika. Kotwica przekładnika może włączać np. dwa obwody z lampami jarzeniowymi, tak, że zgaśnięcie jednej i zaświecenie drugiej lampy sygnalizuje zmianę w modelu kierunku ruchu powietrza.

Sposób modelowego odtworzenia według wynalazku naturalnego spadku ciśnienia powietrza jak i dodatkowych wentylatorów uzyskuje się przez włączenie odpowiednich transformatorów w układ modelu. Napięcia transformatorów są dobrane tak, że odpowiadają depresji powietrza dodatkowych wentylatorów lub naturalnemu spadkowi ciśnienia powietrza.

Odtwarzanie charakterystyk wentylatorów w takim modelu można uzyskać np. za pomocą transformatorów rozproszeniowych.

Przy tego rodzaju urządzeniach, rozproszenie transformatora zasilającego model sterowane jest poprzez układ oporów, w zależności od pobieranego przez model prądu, za pomocą wzmacniacza magnetycznego.

Elektryczny model układu wentylacyjnego jest więc urządzeniem pracującym w sposób całkowicie samoczynny, umożliwiającym nastawienie w prosty sposób wartości oporów powietrza, jak również wykładnika charakterystyki oporu powietrza. Względnie nieskomplikowana konstrukcja, jak również niewysoka cena modelu układu wentylacyjnego pozwoli na jego przemysłowe zastosowanie. Na korzyść modelu przemawia również to, że nie posiada on części szybko zużywających się i zajmuje bardzo mało przestrzeni.

Sposób odtwarzania według wynalazku nadaje się szczególnie dobrze do zadań planowania układów wentylacyjnych o dużym zasięgu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób elektrycznego odtwarzania charakterystyk oporu przepływu powietrza w układzie wentylacyjnym kopalni za pomocą modelu, w którym prąd elektryczny odpowiada wydatkowi prądu powietrza, a napięcie elektryczne — depresji, znamieny tym, że jako elementy odtwarzające w modelu stosuje się cewki z rdzeniami z żelaza określonego gatunku, np. z permalloyu, dla którego charakterystyka indukcji w funkcji natężenia pola przebiega parabolicznie, proporcjonalnie do wielkości oporu przepływu powietrza, przy czym paraboliczny przebieg zależności pomiędzy napięciem i natężeniem prądu ustala się samoczynnie wskutek zmiany współczynnika samoindukcji cewki, a wartość oporu przepływu powietrza nastawiana jest każdorazowo przez podmagnesowywanie rdzenia cewki prądem stałym.
2. Sposób według zastrz. 1, znamieny tym, że w celu uzyskania zmiany nachylenia elektrycznie odtworzonej krzywej oporu przepływu powietrza stosuje się magnesowanie poprzeczne rdzenia cewki lub regulowaną szczelinę powietrzną.
3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że w celu kontroli przeciążenia lub niedociążenia elektrycznego elementu odtwarzającego na jego rdzeniu stosuje się dodatkowe uzwojenia, połączone poprzez opór zabezpieczający z lampami jarzeniowymi.
4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamieny tym, że do odtwarzania charakterystyki dodatkowych wentylatorów stosuje się transformatory o sterowanym rozproszeniu włączone do układu modelowego, których napięcie dobiera się tak, aby odpowiadało ono depresji dodatkowych wentylatorów.

VEB Kombinat „Otto Grotewohl“

Zastępca: mgr inż. Adolf Towpik,
rzecznik patentowy

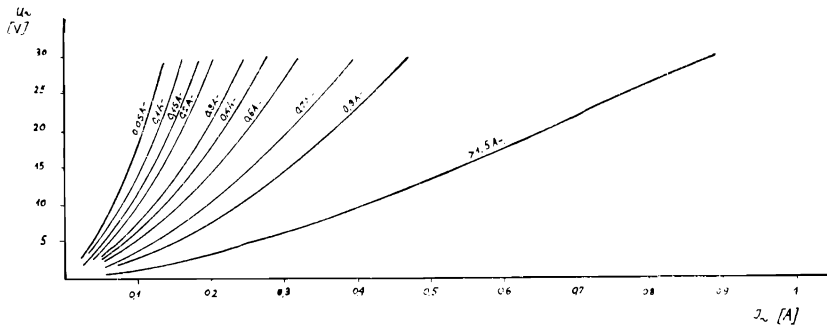


Fig. 1

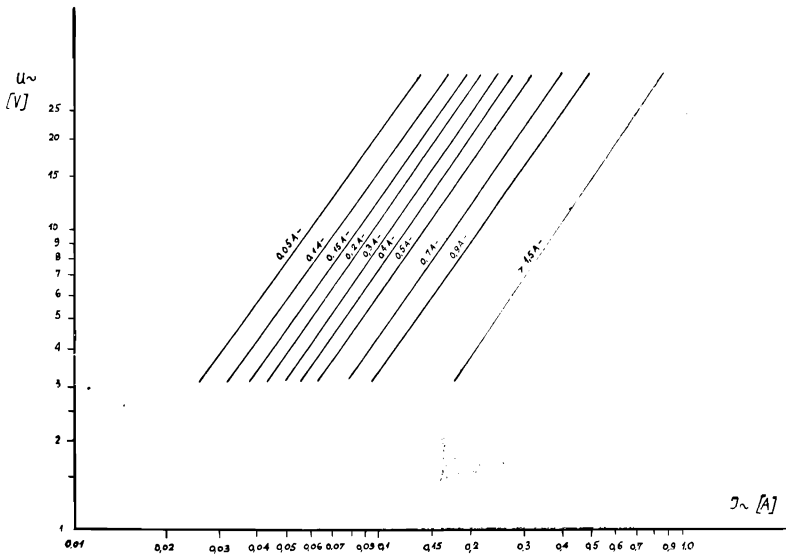


Fig. 2