

Kazimierz MIŚKIEWICZ

Antoni WOJACZEK

BEZPRZEWODOWA ŁACZNOŚĆ FONICZNA W SZYBIE NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU
MERCURY - F

Streszczenie. Istnieje kilka sposobów transmisji sygnałów fonicznych w szybie. Najprostszy z punktu widzenia użytkownika jest system bezprzewodowej transmisji w szybie, wykorzystujący linię nośną naczynia wydobywczego jako część łącza telekomunikacyjnego. W referacie przedstawiono zagadnienia teoretyczne i empiryczne (pomiaru w kopalni) rozplywu prądu w linach nośnych w zakresie fal długich. Omówiono budowę i zasadę działania bezprzewodowego systemu łączności fonicznej w szybie typu MERCURY - F, wprowadzanego aktualnie do polskich kopalń. Przedstawiono pierwsze wyniki z praktycznego zastosowania tego systemu w kopalniach.

1. WPROWADZENIE

Bezprzewodowe systemy łączności w kopalniach powinno stosować się wszędzie tam, gdzie zapewnienie przewodowej łączności głośnomówiącej czy telefonicznej (ogólnokopalnianej, lokalnej lub dyspozytorskiej) jest utrudnione lub wręcz niemożliwe. Szczególnie, a jednocześnie niezaspokojone do tej pory potrzeby w zakresie łączności bezprzewodowej istnieją w wyrobiskach pionowych (szybach górniczych). Podczas ostatnich kilkunastu lat parę razy podejmowano próby budowy urządzenia umożliwiającego dwustronną transmisję sygnałów pomiędzy maszyną wyciągową i naczyniem wydobywczym. Ze względu jednak na trudne warunki środowiskowe oraz przeszkody natury biurokratyczno-formalnej (odstępstwo od zasad przyjętych w "Albumie ujednoczonych układów sygnalizacji szybowej" (AUSSz) i "Albumie układów sterowniczo-sygnałowych" (AUSS) dotychczasowe próby zakończyły się niepowodzeniem.

Przewodowa transmisja sygnałów w szybie do naczynia wydobywczego (kablowa, pantografowa) jest niemożliwa. Zagadnienie bezprzewodowej łączności w szybach próbowano więc rozwiązać na różne sposoby, nie mniej jednak żadne rozwiązanie nie doczekało się w kraju produkcji seryjnej. Czynione były próby indywidualnego rozwiązania problemu łączności i sygnalizacji w szybach przez poszczególne kopalnie, przydatnego przede wszystkim w czasie robót w szybie (klatkofony, wykorzystanie systemów głośnomówiących stosowanych w lokalnej łączności ścianowej, telefonów itp.). Dla celów łączności fonicznej w szybie i sygnalizacji próbowano także

adoptować produkowane seryjnie i łatwo dostępne w kraju radiotelefony powszechnego użytku, pracujące w częstotliwości UKF 27 - 50 MHz, radiotelefony górnicze dla trakcji elektrycznej bezprzewodowej TRGI-1, pracujące w zakresie fal długich 100 kHz, czy wreszcie konstruowano oryginalne rozwiązania dla celów łączności w szybach (SRS-78). Stosuje się również w bardzo ograniczonym zakresie importowane opracowania zagraniczne (np. firmy Siemens). Chcąc wypełnić lukę w zakresie braku skutecznie i pewnie funkcjonujących oraz seryjnie produkowanych urządzeń w Zakładzie Łączności Ośrodka Badawczego Automatyki EMAG w Katowicach przy współudziale Instytutu Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach podjęto prace badawcze nad urządzeniami dla celów łączności fonicznej i sygnalizacji w szybach. Efektem jest opracowany i przygotowany do produkcji seryjnej system Merkury-F łączności fonicznej w szybach. Kończy się prace nad urządzeniem Hermes 0501 - do kontroli położenia szaf przewodniczych względem naczynia wydobywczego (kubła) w szybach głębokich. OBA EMAG w Katowicach prowadzi również prace mające na celu rozbudowanie systemu Merkury-F o obwody sygnalizacji szybowej i przyłączenia go do układów sterowania maszyną wyciągową. System ten otrzymał roboczą nazwę Merkury-F-16. Wymienione systemy wykorzystują linię nośną naczynia wydobywczego jako toru dla sygnału w-cz.

2. STAN AKTUALNY ŁĄCZNOŚCI W SZYBACH

W myśl "Szczegółowych przepisów prowadzenia ruchu i gospodarki złożem w podziemnych zakładach górniczych ... [3]" każde urządzenie wyciągowe powinno być wyposażone w niezależne środki łączności zapewniające porozumienie się wszystkich głównych stanowisk sygnałowych między sobą i maszyną wyciągową. Jako środki łączności należy stosować urządzenia telefoniczne lub głośnomówiące o niezależnych źródłach zasilania. W szybach stosuje się więc system lokalnej łączności telefonicznej wykorzystującej do tego celu aparaty telefoniczne miejscowej baterii MB KTA-3, które z początkiem lat osiemdziesiątych zastąpiono nową wersją oznaczoną symbolem KTA-5. Oprócz tego przepisy [3] wymagają, by wszystkie podszybia i nadszybia głównych szybów zjazdowych i wydobywczych wyposażać w ścienne stałe aparaty łączności telefonicznej ogólnokopalnianej i włączyć je w system dyspozytorskiej łączności telefonicznej. Do tego celu w kopalniach metanowych wykorzystuje się aparaty telefoniczne iskrobezpieczne ATI-CB, współpracujące z centralą telefoniczną i łącznicą dyspozytorską poprzez iskrobezpieczne abonenckie układy liniowe JAUL, zaś w kopalniach niemetanowych stosuje się aparaty centralnej baterii CB typu KTA-3, zastępowane aktualnie aparatami typu KTA-4. Podszybia szybów zjazdowych wyposażone są również w alarmowe sygnalizatory akustyczne ASA, należące do ogólnokopalnianego systemu alarmowania i ostrzegania.

Wszystkie wymienione środki są jednak nieprzydatne dla celów łączności z naczyniami wydobywczymi będącymi w ruchu. W polskich kopalniach do sterowania pracą maszyny wyciągowej jest używany układ sygnalizacji szybowej (USSz) i urządzenie sterowniczo-sygnałowe (USS). Przekazywanie sygnałów jest realizowane przy użyciu nadajników sygnałowych do maszynisty (w USSz) oraz przyciskami "góra", "dół", "stop" ze stanowisk rewizyjnych (rewizja lin nośnych i wyrównawczych) lub z układów załadunku skipu bezpośrednio do maszyny wyciągowej z pominięciem maszynisty (USS). Dla zespołu technologicznego klatka - maszyna wyciągowa można wyróżnić następujące podstawowe rodzaje pracy:

- rewizje szybu, naczyń wydobywczych i lin,
- jazda osobista,
- jazda ludzi,
- wydobywanie,
- transport materiałów, w szczególności materiałów długich.

Podczas rewizji szybu rewident znajdujący się w klatce lub na głowicy klatki szybowej przekazuje umowne sygnały dwustanowe do nadajnika dzwoonu jednoudrzeniowego pociągając za linkę sygnałową rewizyjną znajdującą się na zewnątrz ruchomej klatki. Uszkodzenie linki (zerwanie zablokowanie) uniemożliwia nadanie jakiegokolwiek sygnału z klatki. Dla jazdy osobistej sygnalisty brak możliwości nadania sygnału z klatki może również w niektórych przypadkach stwarzać zagrożenia. W przypadku uszkodzenia maszyny wyciągowej dla jazdy ludzi nie ma możliwości porozumienia się z osobami uwięzionymi w klatce. W trakcie transportu materiałów w szybie często występuje zapotrzebowanie na przekazywanie informacji o charakterze głównie technologicznym. Wiele problemów z porozumiewaniem się z maszynistą występuje również w trakcie wykonywania robót w szybach. Dotychczasowe sposoby porozumiewania się w tych rodzajach pracy stwarzają górnikom wiele trudności i nierzadko narażają ich na zagrożenia.

3. TRANSMISJA SYGNAŁÓW MIĘDZY NACZYNIEM WYDOBYWCZYM I MASZYNĄ WYCIĄGOWĄ

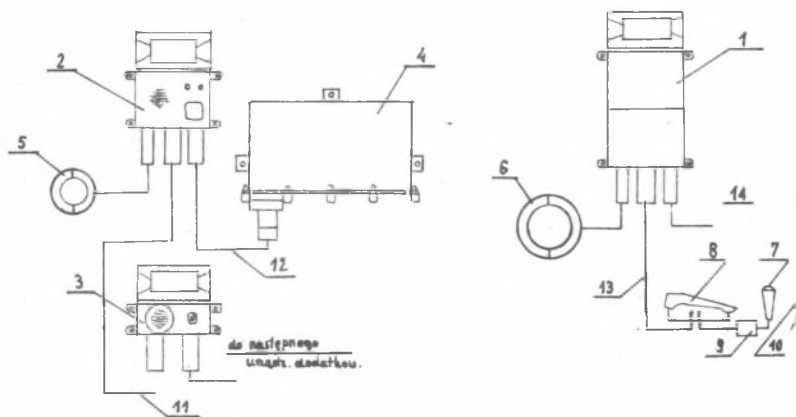
Istnieją trzy sposoby transmisji sygnałów między naczyniem wydobywczym i maszyną wyciągową:

- propagacja swobodna, fal elektromagnetycznych,
- wykorzystanie lin (nośnych lub przewodników liniowych) urządzenia wyciągowego,
- wykorzystanie specjalnie budowanych linii transmisyjnych (tor, symetryczny, współziemny, koncentryczny).

Czynnikiem sprzyjającym propagacji swobodnej jest prostoliniowość wyrobiska oraz obecność lin, kabli i rurociągów, jednak produkowane aktualnie radiotelefony nie są przystosowane do trudnych warunków środowiskowych. Brak konstruktorów układów w-cz. w zakresie UKF w zakładach produkujących dla górnictwa i trudności we współpracy z producentami radiotelefonów powszechnego użytku spowodowały zaniechanie prac nad tego typu radiotelefonem. Trudności związane z koniecznością instalacji dla celów łączności specjalnych linii transmisyjnych w szybie, możliwość ich uszkodzenia przez spadające przedmioty oraz problemy we właściwym utrzymaniu w ruchu tych linii w szybach eliminują wykorzystanie również i tego sposobu transmisji sygnałów elektrycznych w szybie. Przyjęto więc koncepcję, że dla celów transmisji sygnałów elektrycznych w szybie wykorzystają się liny nośne (lub przewodniki linowe w szybach głębinowych) naczyni wydobywczych. Realizacją tej koncepcji jest opracowany i dopuszczony w tym roku do stosowania w podziemiach kopalń system bezprzewodowej łączności fonicznej typu Merkury-F.

4. BUDOWA ORAZ METODYKA BADAŃ SYSTEMU MERKURY-F

Urządzenie łączności szybowej Merkury-F składa się z dwóch części: zespołu stacyjnego i zespołu klatkowego (rys.1). Zespół stacyjny składa się z urządzenia stacyjnego Merkury-F zasilanego z sieci 220 V prądu przemiennego i posiadającego rezerwowe źródło zasilania w postaci baterii akumulatorowej, przełącznika nożnego nadawanie- odbiór, mikrofonu i sprzęgacza. Sprzęgacz ten mocuje się pod kołem pędnym maszyny wyciągowej na wieży szybu. W skład zespołu klatkowego wchodzi urządzenie klatkowe Merkury-F zasilane z dwóch akumulatorów lampy górniczej RC12, sprzęgacza mocowanego nad zawieszem górnym klatki lub skipu oraz urządzeń dodatkowych Merkury-F, instalowanych wtedy, kiedy klatka posiada kilka pięter. Zespół stacyjny i klatkowy sprzężone są indukcyjnie (poprzez sprzęgacze) z liną nośną będącą tutaj częścią łącza telekomunikacyjnego. Częstotliwość pracy systemu Merkury-F wynosi 100 kHz; modulacja FM; czułość ≤ 1 mV; moc wyjściowa m.c. ≥ 200 mW. Jakość transmisji w systemie łączności Merkury-F jest zależna od odstępów pomiędzy poziomem sygnału użytecznego i poziomem szumu na wejściu odbiornika. O tłumienności całkowitej toru transmisyjnego w szybie decydują: przekładnia napięciowa transformatora nadajnika, tłumienność lin oraz impedancja przeniesienia transformatora (sprzęgacza) odbiornika. Celem zbadania tych parametrów dokonano pomiaru prądu (o częstotliwości 100 kHz) w linach nośnych w zależności od położenia naczynia wydobywczego w szybie w dwóch przypadkach: przy załączonym nadajniku urządzenia klatkowego oraz przy załączonym nadajniku urządzenia stacyjnego.

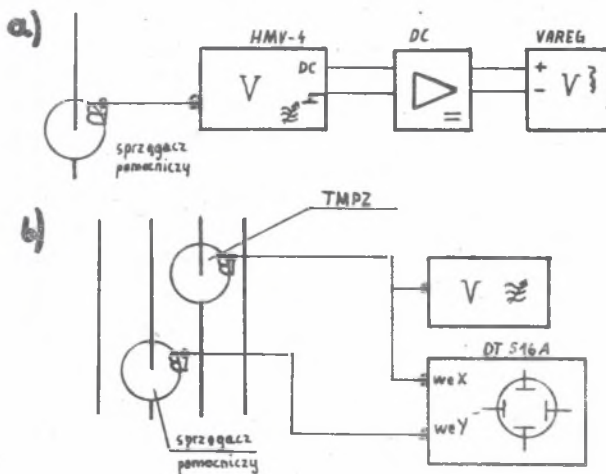


Rys.1. Urządzenie systemu MEREKURY F

1 - urządzenie stacyjne, 2 - urządzenie klatkowe, 3 - urządzenie dodatkowe, 4 - zasilacz, 5,6 - sprzęgacz z kablem, 7 - mikrofon, 8 - nożny przełącznik N/O, 9 - transformator mikrofonowy, 10 - statyw, 11 - kable urządzenia dodatkowego, 12 - kable zasilacza, 13 - kabel mikrofonowy, 14 - kabel sieciowy

Fig.1. Block diagram of Merkury-F system

1 - winding house station, 2 - cage station, 3 - auxiliary station, 4 - power supply, 5,6 - coupler with coaxial cable, 7 - microphone, 8 - talk switch, 9 - microphone transformer, 10 - stand, 11 - cables of auxiliary station, 12 - supply cable, 13 - microphone cable, 14 - mains cable.



Rys.2. Schemat ideowy układu do

a - rejestracji poziomu prądów w linach nośnych w czasie jazdy maszyny wyciągowej, b - pomiaru poziomu i fazy prądów w linach nośnych.

Fig.2. Diagram of measuring system for

a - registration of current level in winding ropes, b - measurements of levels and phases of current in winding ropes.

Prądy w linach nośnych mierzono transformatorem prądowym TMPZ (lub sprzęgaczem pomocniczym) założonym na liny nośne pod kołem pędym oraz mikro-woltmierzem selektywnym HMV-4. Sygnał wyjściowy stałoprądowy miernika HMV-4 po wzmożeniu podawany był na rejestrator VAREG (rys.2a). Ze względu na brak mikrobezpiecznej aparatury pomiary przeprowadzano w hali maszyny wyciągowej na wieży szybowej. Ponieważ impedancja falowa toru utworzonego z lin nośnych jest rzędu kilkaset Ω , można uważać, że sprzęgacz nadajnika pracuje jak transformator w stanie jałowym i jego zmierzona przekładnia napięciowa dla $f = 100$ kHz wynosi 10. Podstawowym parametrem sprzęgacza odbiornika jest impedancja przeniesienia (stosunek napięcia na sprzęgaczu do prądu w linie nośnej wymuszającej to napięcie), która dla $f = 100$ kHz wyniosła $2,43 \Omega$ (co odpowiada wartości ok. 8 dB). Dla właściwej interpretacji wyników pomiarów dokonano również oceny przesunięcia fazowego pomiędzy prądem w linie, na której założone były sprzęgacze, a prądami w pozostałych linach nośnych. Schemat układu do pomiaru poziomu i fazy prądu w linach nośnych przedstawiono na rys.2b. Badania te przeprowadzono dla maszyny wyciągowej czterolinowej jednoskipowej z przeciwwagą. Dla potrzeb pomiarów liny pod kołem pędym ponumerowano w następujący sposób: liny idące do skipu oznaczono numerami od 1 do 4, natomiast liny idące do przeciwwagi - numerami od 5 do 8. Sprzęgacze stacyjne i klatkowy zawieszono na linie nr 2.

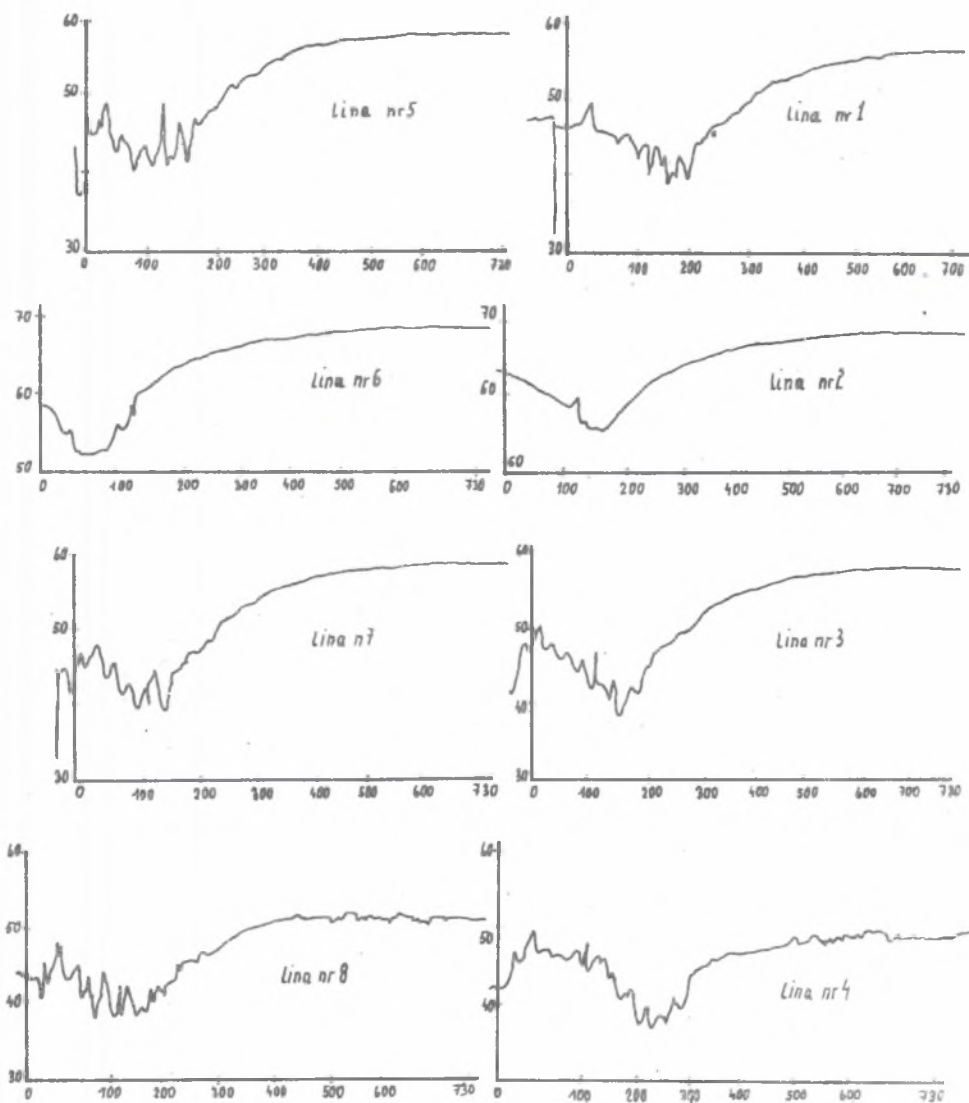
5. ROZPŁYW PRĄDÓW W LINACH NOŚNYCH MASZYNY WYCIĄGOWEJ

Rejestrogramy poziomu prądu we wszystkich linach nośnych maszyny wyciągowej, mierzone w hali maszyny wyciągowej przy załączonym nadajniku urządzenia klatkowego Merkury-F w funkcji przebytej drogi skipu (głębokość szybu wynosiła 730 m), przedstawiono na rys.3. Rejestrogramy z rys.3 przedstawiają zapis z połowy cyklu jazdy przy jeździe skipu w dół. Rejestrogramy wykonane dla jazdy skipu z dołu do góry są analogiczne. Analiza wyników badań faz prądów w linach nośnych (kształtu i nachylenia elipsy otrzymanej na oscyloskopie) pozwala stwierdzić, że [2] :

- fazy prądów w linach po przeciwnych stronach koła pędnego różnią się w przybliżeniu o π ,
- fazy prądów w linie 2 oraz 1,3,4 różnią się w przybliżeniu o π ,
- fazy prądów w linie 6 oraz 5,7,8 różnią się w przybliżeniu o π ,
- poziomy prądów w linach 2 i 6 są w przybliżeniu równe z wyłączeniem położenia skipu 0 - 300 m.

Pozwala to przypuszczać, że układ lin wyciągowych przy załączeniu nadajnika na stopie skipu tworzy tor o następującej budowie:

- jedną żyłę tworzą liny 2 i 6,
- drugą żyłę tworzą pozostałe liny połączone równolegle,
- tor jest zwarty na obu końcach na zawieszniach górnych skipu i przeciwwagi.



Rys.3. Zależność poziomów prądów w linach nośnych pod kołem podnym od położenia skipu w szybie przy załączonym nadajniku Merkury na stopie skipu (sprzęgacz nadajnika założony na linie nr 2)

Fig.3. Levels of currents excited by cage transmitter in winding ropes below Koepe pulley versus cage position in shaft.

Zależność poziomu prądu w linii nr 2 od położenia skipu jest zbliżona do przebiegu zależności prądu w funkcji drogi dla toru zwartego. Przebieg prądu I_x w funkcji drogi dla toru zwartego jest określony zależnością [1]:

$$I_x = I_1 \cdot \cosh(\gamma \cdot (1 - x)) / \cosh \gamma \cdot 1, \quad (1)$$

gdzie:

l - długość toru,

x - odległość rozpatrywanego punktu od początku toru (położenie skipu + odległość sprzęgacza pomiarowego od poziomu 0),

$\gamma = \alpha + j\beta$ - tłumowność falowa jednostkowa toru,

α - tłumienność jednostkowa toru,

β - przesuwność jednostkowa toru,

I_1 - wartość prądu na początku linii.

Impedancja wejściowa Z_{we} toru zwartego na końcu jest określona zależnością:

$$Z_{we} = Z_f \cdot \tanh(\gamma \cdot 1). \quad (2)$$

Uwzględniając, że $I_1 = U_1/Z_{we}$, gdzie U_1 - napięcie na zaciskach początkowych toru i podstawiając (2) do (1) otrzymamy:

$$I_x = \frac{U_1}{Z_f} \cdot \frac{\cosh(\gamma(1-x))}{\sinh(\gamma \cdot 1)}. \quad (3)$$

Stosując odpowiednie przekształcenia i biorąc pod uwagę, że przy dużych częstotliwościach impedancja falowa ma praktycznie tylko składową rzeczywistą, otrzymamy:

$$|I_x| = \frac{U_1}{Z_f} \sqrt{\frac{\cosh(2\alpha(1-x)) + \cos(2\beta(1-x))}{\cosh^2(\alpha \cdot 1) - \cos(2\beta \cdot 1)}}. \quad (4)$$

Zależność (4) przyjmuje minimum, jeżeli spełniony jest warunek:

$$\cos(2 \cdot \beta \cdot (1 - x_{pmin})) = -1, \quad (5)$$

gdzie:

x_{pmin} - droga, dla której występuje minimum poziomu prądu.

Po przekształceniu (5) otrzymamy:

$$\beta = 0,5 \cdot \pi / (1 - x_{pmin}) . \quad (6)$$

Obliczając stosunek prądów dla $x = 1$ i $x = x_{pmin}$ otrzymamy zależność:

$$10^{(p_{max} - p_{min}) / 20} = k = \sqrt{\frac{2}{\cosh(2\alpha \cdot (1 - x_{pmin})) - 1}} . \quad (7)$$

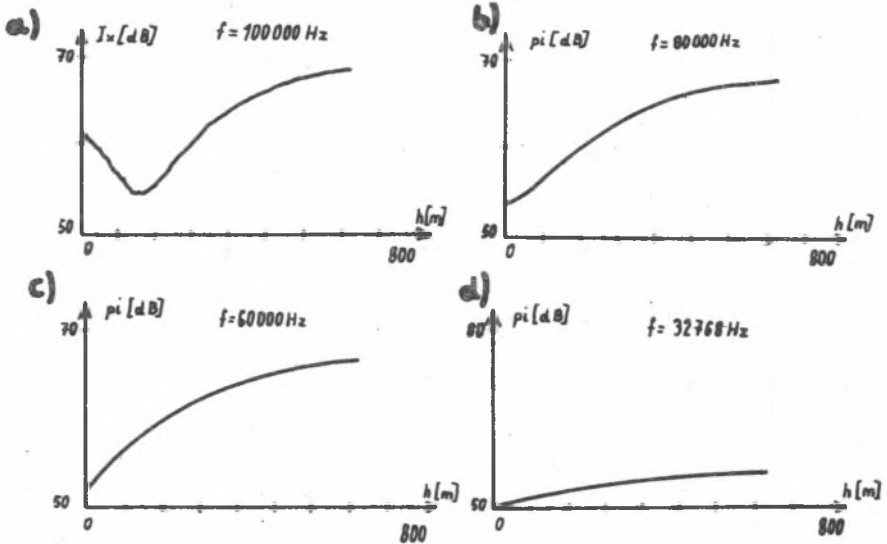
Stąd:

$$\alpha = \frac{\operatorname{arcosh}(2/k^2 + 1)}{2(1 - x_{pmin})} \text{ a} \quad (8)$$

Wartości α i β oraz obliczoną zależność prądu I_x od położenia skipu dla $p_{max} = 69$ dB, $p_{min} = 55$ dB, $x_{pmin} = 150$ m przedstawiono na rys.4a. Widać duże podobieństwo przebiegu prądu w linie nr 2 i wykresu z rys.4a. Zależność parametrów α i β od częstotliwości nie jest znana. Jednak dla oszacowania zależności poziomego prądu p_i w linie nr 2 od położenia h skipu w szybie przyjęto przybliżenie, że α i β są proporcjonalne do częstotliwości i obliczono zależność $p_i(h)$ dla różnych częstotliwości. Wyniki obliczeń przedstawiono na rys.4b, c, d.

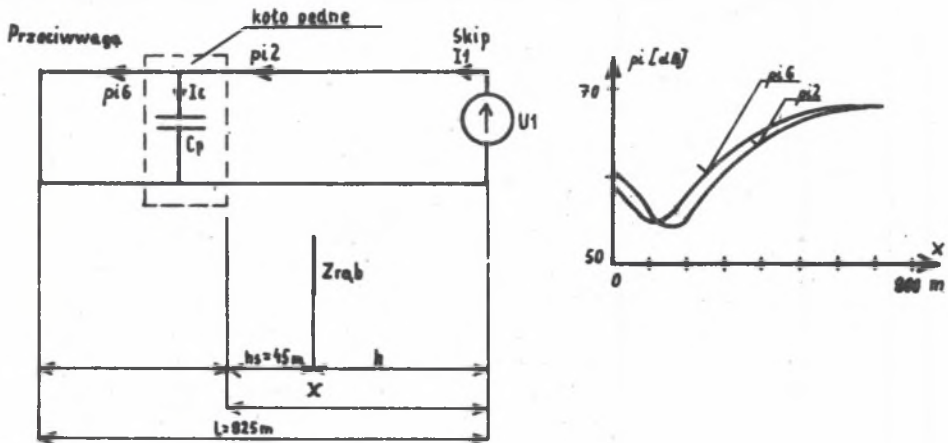
Zależności przedstawione na rys.4 wykazały, że korzystniejsze jest zastosowanie niższych częstotliwości pracy dla urządzenia Merkury (np.40 kHz). Porównując rejestrogramy prądów w linach nr 2 i 6 przy załączonym nadajniku urządzenia klatkowego widać, że minimalne poziomy prądu w linach 2 i 6 występują dla różnych położenia skipu (150 m i 50 m). W celu określenia przyczyny tego zjawiska dokonano analizy toru jak na rys.5a.

Dla położenia skipu nieco mniejszego od x_{pmin} impedancja wejściowa Z_{w1} części toru pomiędzy kołem pędym i przeciwwagą ma charakter indukcyjny, a składowa reaktancyjna impedancji Z_{w1} jest kompensowana przez reaktancję kondensatora C_p . Przeprowadzono analizę układu z rys.5a, obliczając zależność prądów p_{i2} i p_{i6} od położenia skipu. Wyniki obliczeń (dla przypadku, gdy stosunek bocznikującej reaktancji kondensatora do impedancji falowej toru jest równy 16) przedstawiono w postaci wykresów na rys.5b.



Rys.4. Wyniki obliczeń zależności poziomu prądu w linii nr 2 od położenia skipu (załączony nadajnik urządzenia klatkowego) w szybie dla wybranych częstotliwości.

Fig.4. Results of calculation of currents excited by cage transmitter in winding ropes measured below Koepe pulley versus cage position in shaft.



Rys.5a. Schemat zastępczy układu lin nośnych przy załączonym nadajniku urządzenia klatkowego z uwzględnieniem bocznikującej pojemności koła pędnego

Fig.5a. Equivalent diagram of winding rope system with a shunt capacitance of Koepe pulley.

Rys.5b. Obliczona zależność poziomów prądów w linii 2 (π_{12}) i w linii 6 (π_{16}) od położenia skipu w szybie przy załączonym nadajniku urządzenia klatkowego dla stosunku impedancji bocznikującej pojemności i impedancji falowej równego 16.

Fig.5b. Results of calculation of current level excited by cage transmitter in rope no 2 (π_{12}) and rope no 6 (π_{16}) versus cage position for a Koepe pulley shunt impedance to wave impedance ratio equal 16.

5. ZAKOŃCZENIE

Próby ruchowe wykazały bardzo dużą przydatność urządzenia Merkury-F dla celów fonicznej łączności załogi znajdującej się w szybie z maszynistą. W dużym stopniu poprawił się komfort pracy i jednoznaczność komunikatów nadawanych do maszynisty. Badania wykazały jednocześnie, że urządzenie pomimo swych wielu niewątpliwych zalet posiada również elementy niedopracowane, które należy usunąć w produkcji seryjnej.

Za takie uważa się:

- brak w zespole stacyjnym i klatkowym przycisku "kontrola", służącego do identyfikacji uszkodzonej części systemu,
- brak układów regulacji wzmacnienia wzmacniacza m-cz i czułości obwodu mikrofonowego,
- zmniejszenie częstotliwości nośnej do kilkudziesięciu kHz.

Rozwiązania zachodnie również pracują na niższej częstotliwości nośnej. Przy częstotliwości 100 kHz dla typowych głębokości szybów wpływ na jakość łączności mają już zjawiska falowe w linach nośnych.

LITERATURA

- [1] Nowicki W.: Podstawy teletransmisji. WKŁ, Warszawa 1971.
- [2] Praca Instytutu Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa (niepublikowane) NB-147/RG-1/83. Statystyczne badania torów oraz charakterystyki zakłóceń w podziemnej sieci teletechnicznej. Gliwice 1983.
- [3] Szczegółowe przepisy prowadzenia ruchu i gospodarki ziołem w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel brunatny i kamienny. MGİE, Katowice 1984.

MERKURY-F СИСТЕМА СТВОЛОВОЙ РАДИОСВЯЗИ

Резюме

Существует несколько способов передачи сигналов между машинистом подъемной установки и клетью. Система Меркуры-Ф использует подъемные канаты в качестве линии связи. Передатчики и приемники системы Меркуры соединяются с канатами приемопередающими трансформаторами. Канаты работают как линия связи замкнута коротко на обоих концах. Длина этой линии равна длине подъемных канатов.

В статье излагается анализ токов возбужденных передатчиком в канатах.

Результаты анализа и измерения токов в канатах позволили определить волновые параметры канатов.

Статья представляет конструкцию, принцип работы системы стволовой связи Меркуры-Ф а также опыты из испытательной эксплуатации этой системы в стволах польских угольных шахт.

MERKURY-F WIRELESS SHAFT COMMUNICATION SYSTEM

S u m m a r y

There are some methods of signal transmission between cages and winding houses. The already present hoisting ropes are used as the transmission medium by MERKURY-F shaft communication system. Transceivers of this system are coupled to ropes by transformers. The paper presents an analysis of currents in hoisting ropes excited by transformer connected to transmitter. The ropes of multitropes winding machines operate as a wire line shorted at its both ends. The length of this line is equal to length of hoisting ropes. Results of analysis and measurements of currents in all ropes excited by transmitter during normal operating of winding machines allow to obtain electrical parameters of ropes.

The paper describes the construction and principle of operation of intrinsically safe shaft communication system MERKURY-F and presents some remarks concerning to practical application of this system in shafts.

Recenzent: Doc. Witalij Skaropacki