

Franciszek Duda

#### OPTIMALIZACJA KSZTAŁTU I ROZMIESZCZENIA ZNAKÓW MAGNETYCZNYCH NA LINIACH NOŚNYCH WYCIĄGÓW STERUJĄCYCH ŁĄCZNIKAMI BEZSTYKOWYMI

**Streszczenie.** Dążąc do wyeliminowania uciążliwych w montażu i eksploatacji łączników szybowych, a zatem do obniżenia kosztów, opracowano w ZKMPW Gliwice łączniki bezstykowe, uruchamiane przez znaki magnetyczne nanoszone na linę nośną wyciągu. Łączniki te instalowane są w pomieszczeniu urządzenia wyciągowego.

W referacie omówiono sposób nanoszenia znaków magnetycznych oraz niektóre szczegóły dotyczące ich optymalnego kształtu i odstępów między znakami.

Przedstawiono budowę czujników i aktualne ich zastosowania w układach sterowniczych.

W układach sterowniczych automatycznych maszyn wyciągowych instaluje się w szybach dużą ilość łączników drogowych. Mimo, że to są zespoły bezstykowe ich konserwacja jest uciążliwa; wysokie są również koszty materiałowe oraz montażu. Dążąc do wyeliminowania pracochłonnych w montażu i trudnych do konserwacji łączników instalowanych w szybach, a zatem do obniżenia kosztów, opracowano w ZKMPW Gliwice łączniki bezstykowe, których działanie inicjowane jest przez znaki magnetyczne naniesione na linę nośną wyciągu.

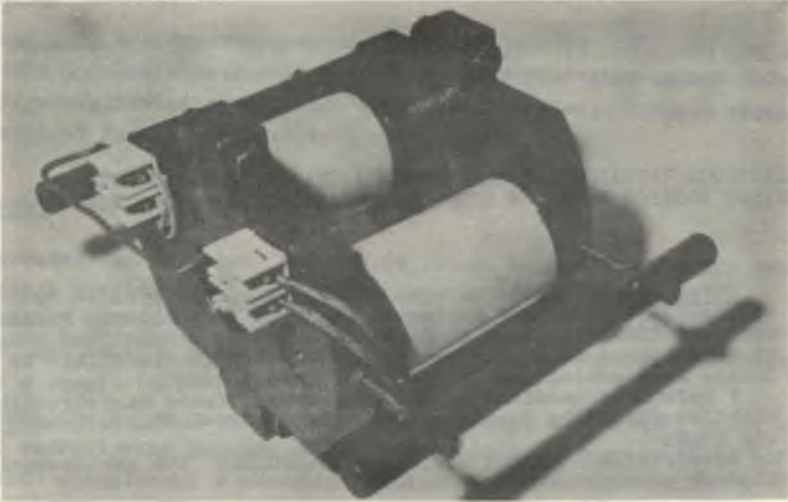
Trwałość znaku magnetycznego jest zadowalająca, jednakże muszą być spełnione warunki odnośnie wymiarów znaków i odstępów między nimi. Odpowiednio dostosowane muszą być również wymiary przetworników i ich położenie względem znaków.

Istnieją dwie metody nanoszenia znaków magnetycznych na linę: metoda, przy której uzyskuje się znak poprzeczny i metoda dająca znak wzdłużny.

Przy poprzecznym zapisie kierunek linii pola magnetycznego w stosunku do osi liny jest prostopadły, jednakże rozkład natężenia pola wokół liny jest w tym przypadku nierównomierny, co utrudnia właściwą pracę czujnika odczytującego znak.

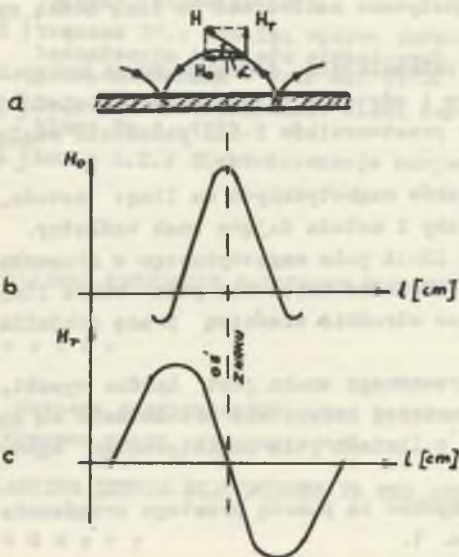
Współczynnik rozmagnesowywania poprzecznego znaku jest bardzo wysoki, co szybko prowadzi do zaniku znaku. Bardziej korzystnie przedstawia się zapis dający znak magnetyczny wzdłużny, o liniach pola magnetycznego zgodnych z osią liny.

Wzdłużny zapis magnetyczny można uzyskać za pomocą prostego urządzenia do magnesowania przedstawionego na rys. 1.



Rys. 1. Widok zewnętrzny urządzenia do magnesowania liny (znaki wzdłużne)

Linie pola magnetycznego wytworzone za pomocą takiego urządzenia przenikają przez określony odcinek liny wzdłuż osi i wychodzą na zewnątrz prostopadłe do osi liny. Taki znak magnetyczny jest podobny do magnesu sztabkowego o liniach pola rozłożonych symetrycznie wzdłuż namagnesowanego wyścinka.



Rys. 2. Rozkład składowych pola magnetycznego wzdłuż znaku

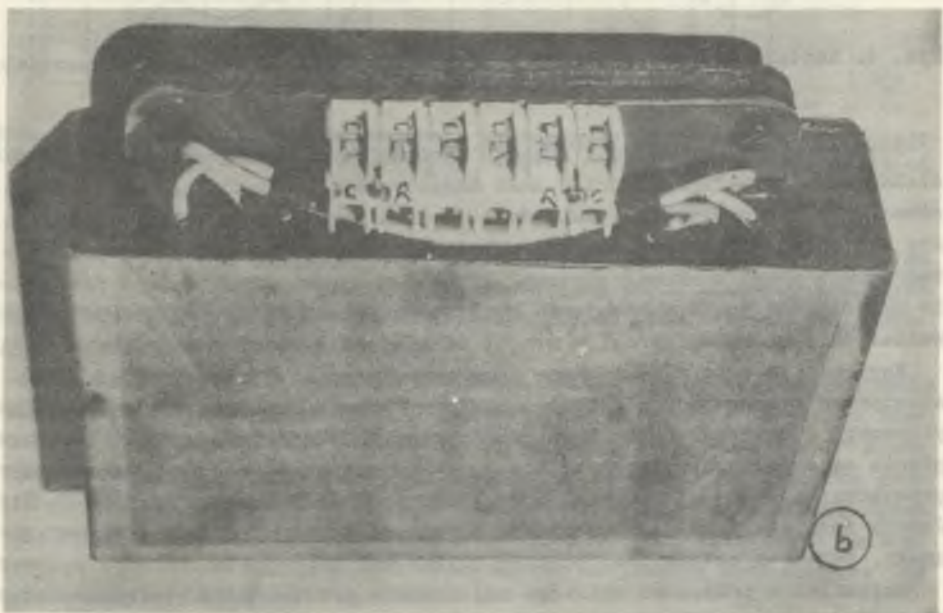
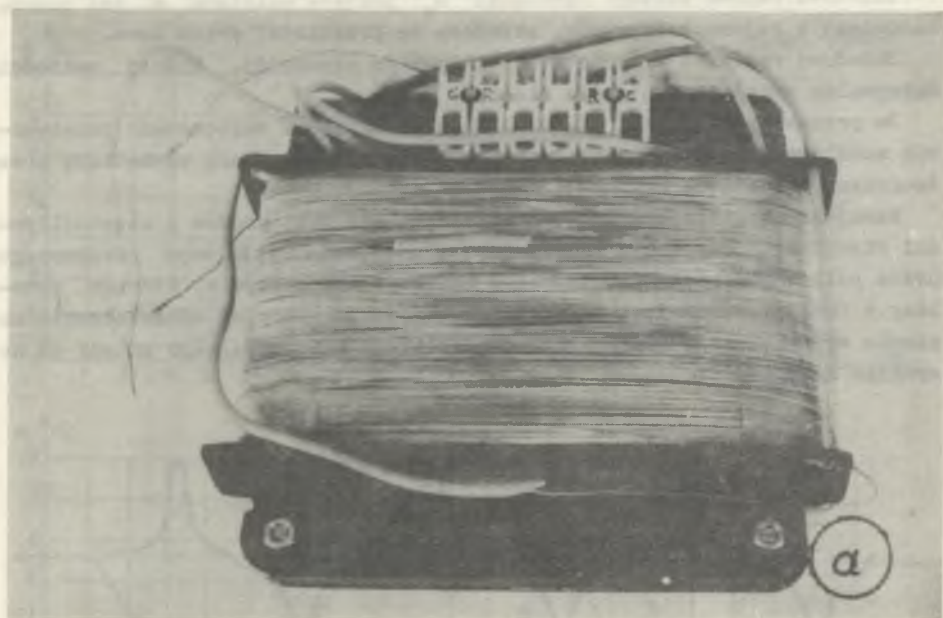
Rozpatrzmy siatkę pola wytworzoną przez wzdłużny znak magnetyczny na lince (rys.2). Wektor natężenia pola magnetycznego  $H$  w każdym punkcie przestrzeni wokół znaku skierowany jest wzdłuż stycznej do linii pola. Wektor ten można rozłożyć na składową osiową  $H_0$  i radialną  $H_r$ ,

gdzie:

$$H_r = H \sin \alpha,$$

$$H_0 = H \cos \alpha.$$

Krzywe zmian składowych  $H_r$  i  $H_0$  wektora natężenia pola magnetycznego  $H$  wzdłuż liny przedstawia rys. 2b,c.



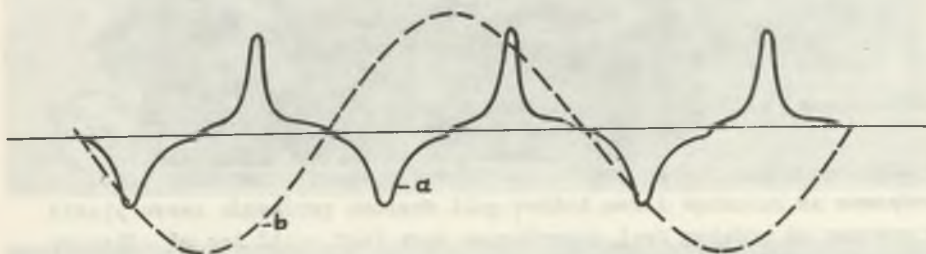
Rys. 3. Widok zewnętrzny transduktorowego przetwornika pola magnetycznego  
 a) układ uzwojeń, b) model przemysłowy

Składowa osiowa wektora natężenia  $H_0$  posiada maksimum w osi znaku, natomiast w rejonach biegunów, składowa ta przechodzi przez zero.

Składowa radialna ma przebieg zbliżony do sinusoidy, której wartości maksymalne wypadają w strefie biegunów znaku.

Do przetworzenia znaku magnetycznego na napięcie zastosowano przetwornik modulowany magnetycznie, typu transduktorowego. Widok zewnętrzny przetwornika przedstawia rys. 3.

Uzwojenie magnesujące przetwornika zasilane jest prądem o częstotliwości sieciowej. Przy takim zasilaniu, w uzwojeniu wyjściowym pobudzonego przez pole magnetyczne przetwornika indukuje się napięcie, którego przebieg w funkcji czasu jest odkształcony (rys. 4). Stopień odkształcenia napięcia wyjściowego w odniesieniu do przebiegu sinusoidalnego zależy od nasylenia rdzenia.



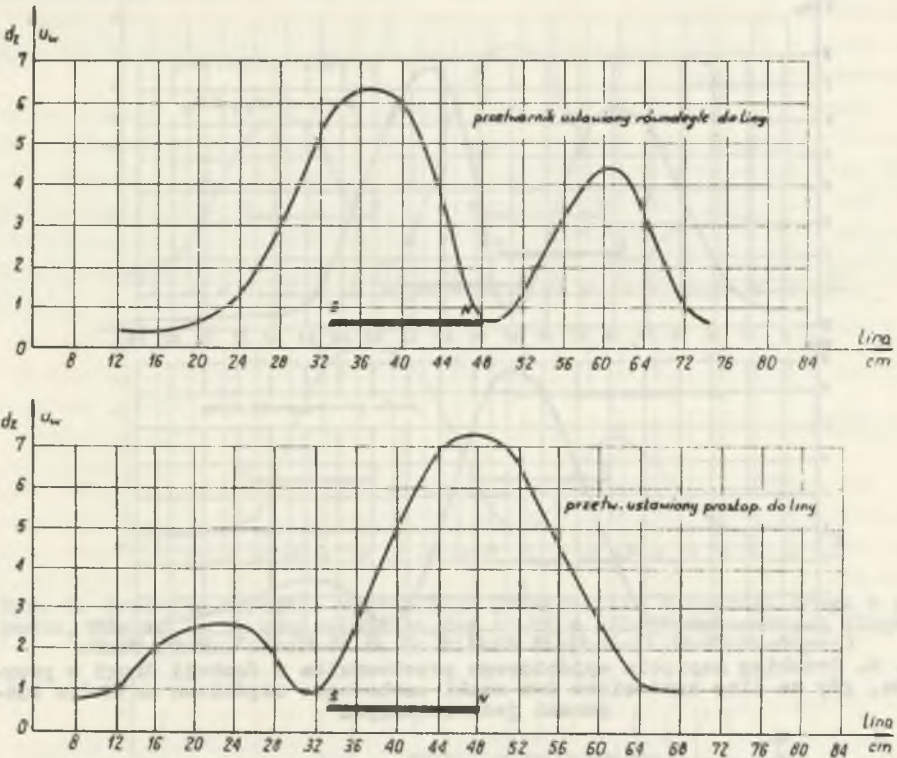
Rys. 4. Kształt krzywej napięcia wyjściowego przetwornika przy sinusoidalnym napięciu zasilania

Przedstawiony przetwornik reaguje zarówno na składową osiową jak i radialną pola wytworzonego przez znak magnetyczny. Orientując przetwornik równolegle lub prostopadle kolumnami rdzenia względem osi liny otrzymuje się napięcie, które jest funkcją składowej osiowej lub radialnej pola wytworzonego przez znak magnetyczny. Przebieg napięcia wznieconego przez pole magnetyczne znaku w uzwojeniu wyjściowym przetwornika przemieszczanego wzdłuż liny w funkcji drogi w stałej od niej odległości przedstawia rys.5.

Napięcie to było rejestrowane przyrządem magnetoelektrycznym. Z przedstawionego wykresu można określić użytkowy obszar napięcia wyjściowego dla pionowego i osiowego ustawienia przetwornika. Maksymalne wartości tego napięcia są w obu przypadkach zbliżone, natomiast przy osiowym ustawieniu przetwornika występuje również boczny obszar o dość znacznej amplitudzie. Jeżeli pożądana jest jednoznaczność działania odbiornika w stosunku do znaku, bardziej celowe jest pionowe orientowanie czujnika.

Natomiast w przypadku osiowego usytuowania przetwornika zwiększa się pewność działania odbiornika, gdyż sygnał od znaku zawiera dwa ekstrema.

Wpływ bocznych obszarów diagramu  $H = f(L)$  uwidacznia się dopiero wówczas, gdy na linę naniesiona zostanie większa liczba znaków magnetycznych w pewnych odstępach od siebie.

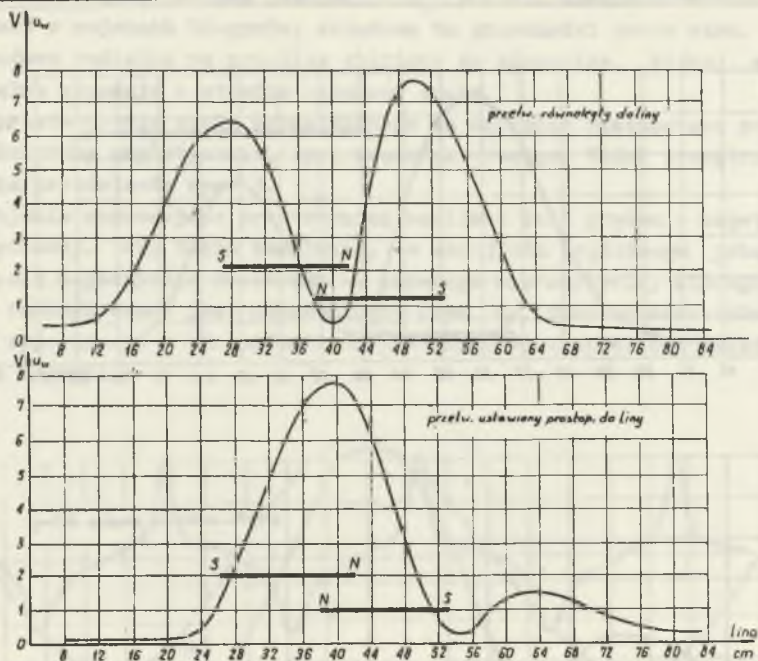


Rys. 5. Przebieg napięcia wyjściowego pobudzonego przetwornika w funkcji drogi (wzdłuż znaku na linii), przy stałej odległości przetwornika od liny

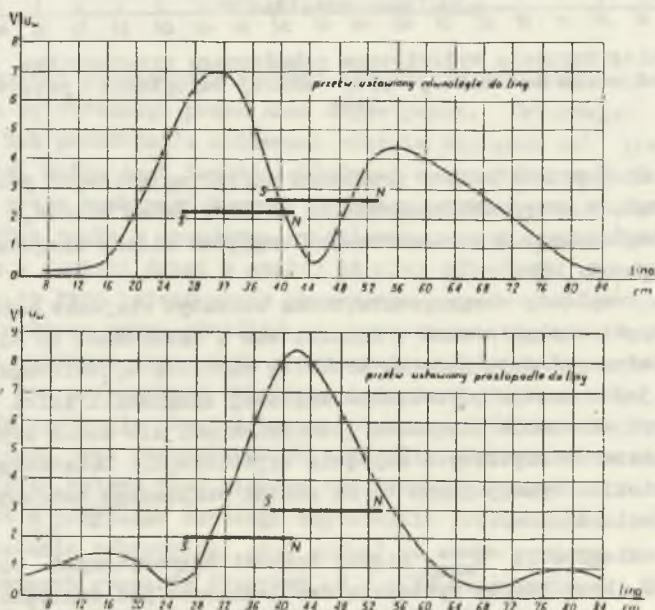
Na rys. 6 do 9 przedstawiono przebiegi napięć wyjściowych przetwornika w funkcji drogi, w przypadku naniesienia na linię dwóch znaków, w różnych od siebie odległościach i zorientowanych względem siebie biegunami jedno- lub różnoimiennymi.

Analizując rezultaty eksperymentu, można zauważyć wzajemne oddziaływanie znaków. Dwa znaki zlokalizowane w sąsiedztwie i skierowane do siebie biegunami różnoimiennymi dają podobny przebieg napięcia wyjściowego w przetworniku jak jeden znak o odpowiednio większej długości. Z kolei przy znakach zwróconych od siebie biegunami jednoimiennymi nie można uzyskać dwóch jednakowych obszarów użytkowych napięcia wyjściowego. Dodatkowym niekorzystnym zjawiskiem występującym tu na skutek wzajemnego oddziaływania jest szybsze zanikanie znaków.

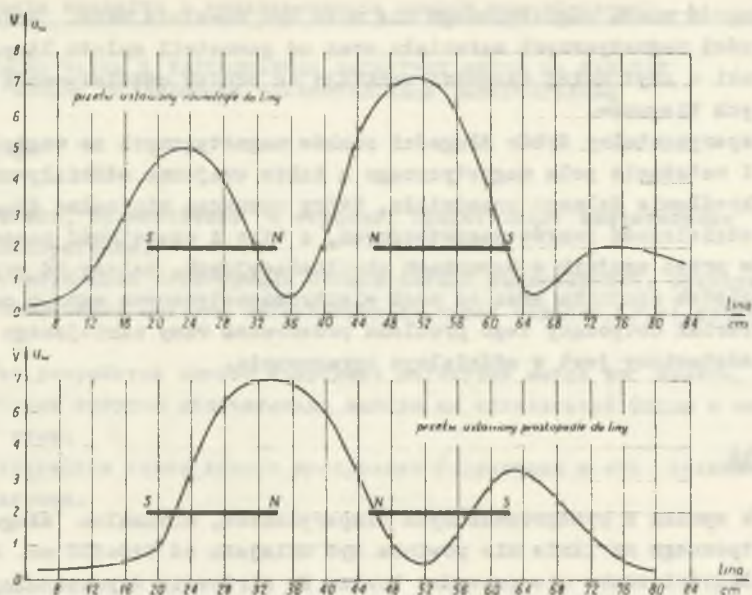
Minimalną odległością  $L_{min}$  między znakami magnetycznymi będzie więc taka odległość, przy której występują dwa jednakowe pod względem obrysu obszary użytkowe napięcia wyjściowego. Odległość ta zależy od długości znaku  $L_z$ .



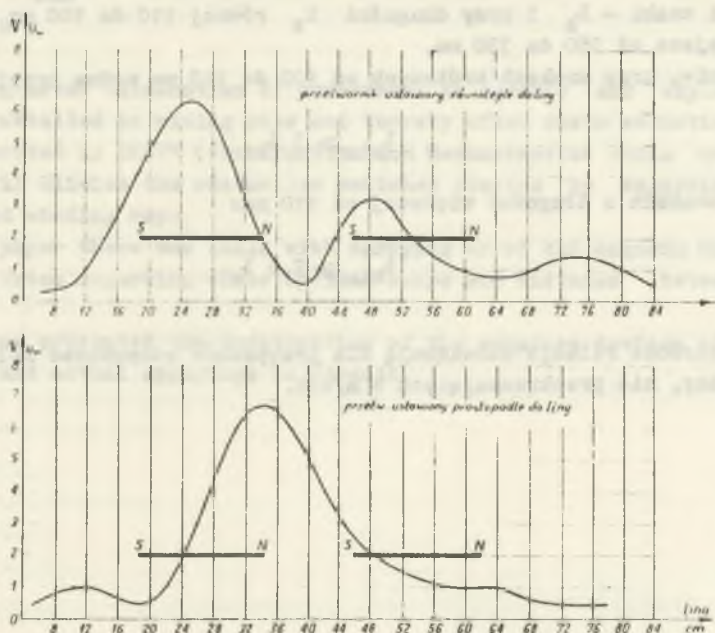
Rys. 6. Przebieg napięcia wyjściowego przetwornika w funkcji drogi w przypadku, gdy na linię naniesiono dwa znaki zachodzące częściowo na siebie biegunami jednoimiennymi



Rys. 7. Przebieg napięcia wyjściowego przetwornika w funkcji drogi w przypadku, gdy na linię naniesiono dwa znaki zachodzące częściowo na siebie biegunami różnoimiennymi



Rys. 8. Przebieg napięcia wyjściowego przetwornika w funkcji drogi w przypadku, gdy na linii naniesione są dwa znaki w odległości równej długości znaku (znaki zwrócone są do siebie biegunami jednoimiennymi)



Rys. 9. Przebieg napięcia wyjściowego przetwornika w funkcji drogi w przypadku, gdy na linii znajdują się dwa znaki zwrócone do siebie biegunami różnoimiennymi (w odległości równej długości znaku)

Długość znaku magnetycznego nie może być dowolnie mała. Zależy ona od własności magnetycznych materiału oraz od geometrii splotu liny. Magnetyczne znaki o zbyt małej długości zanikają na skutek oddziaływania na siebie własnych biegunów.

Eksperymentalny dobór długości znaków magnetycznych ze względu na trwałość i natężenie pola magnetycznego a także wzajemne oddziaływanie umożliwił określenie dolnego przedziału, który wyznacza minimalną długość znaku.

Rozdzielczość znaków magnetycznych, a więc i czytelność poszczególnych znaków przez czujnik w warunkach eksploatacyjnych, zależy od prędkości liny względem czujnika oraz od cech elektromagnetycznych samego czujnika.

Materiał dotyczący tego problemu przekracza ramy niniejszego artykułu i przedstawiony jest w oddzielnym opracowaniu.

### Wnioski

Jak wynika z przeprowadzonych eksperymentów, minimalna długość znaku magnetycznego na linie nie powinna być mniejsza od 110-100 mm. Zmniejszenie długości znaku nie prowadzi bowiem do skrócenia dopuszczalnych odstępów między sąsiednimi znakami, natomiast powoduje wzrost współczynnika rozmagnesowania, który zależy od długości znaku.

Minimalna odległość zapisu dwóch sąsiednich znaków -  $L_{\min}$  zależy od długości znaku -  $L_z$  i przy długości  $L_z$  równej 110 do 100 mm nie może być mniejsza od 350 do 330 mm.

Ogólnie, przy znakach krótszych od 100 do 110 mm można przyjąć:

$$L_{\min} \geq 3 L_z,$$

a przy znakach o długości większej od 110 mm:

$$L_{\min} \geq 2,5 L_z.$$

Przytoczone relacje obowiązują dla przypadków stosunkowo małych prędkości liny, nie przekraczających 8 m/sek.



## ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ МАГНИТНЫХ МЕТОК НА КАНАТАХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН, УПРАВЛЯЕМЫХ БЕСКОНТАКТНЫМИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМИ

## Резюме

Выключатели, применяемые в стволах, представляют значительные трудности в эксплуатации.

Более совершенная конструкция бесконтактных выключателей, приводимых в действие магнитными метками нанесенными на канат подъема, была разработана ЗКМЛВ.

В статье разработан способ нанесения магнитных меток на канаты, изложены некоторые вопросы относительно выбора их оптимальной формы и интервалов между ними.

Рассматривается также вопрос построения феррозонда и его применение в цепи управления.

## SHAPE AND MAGNETIC MARKS DISTRIBUTION OPTIMALIZATION ON WINDING ROPES CONTROLLING CONTACT LESS SWITCHES

## Summary

Striving after elimination of cumbersome in assembly and exploitation switches installed in mining pits and thereby after costs reduction there were elaborated in ZKMPW (Construction and Mechanization Works of Mining Industry) in Gliwice the contactless switches started by magnetic marks carried and winding rope.

In the paper there was dealt with carrying on of the magnetic marks and with some dates regarding whose optimal shape and distance between the marks.

There was presented the construction of the sensing devices of magnetic field and actual applying in circuit.