

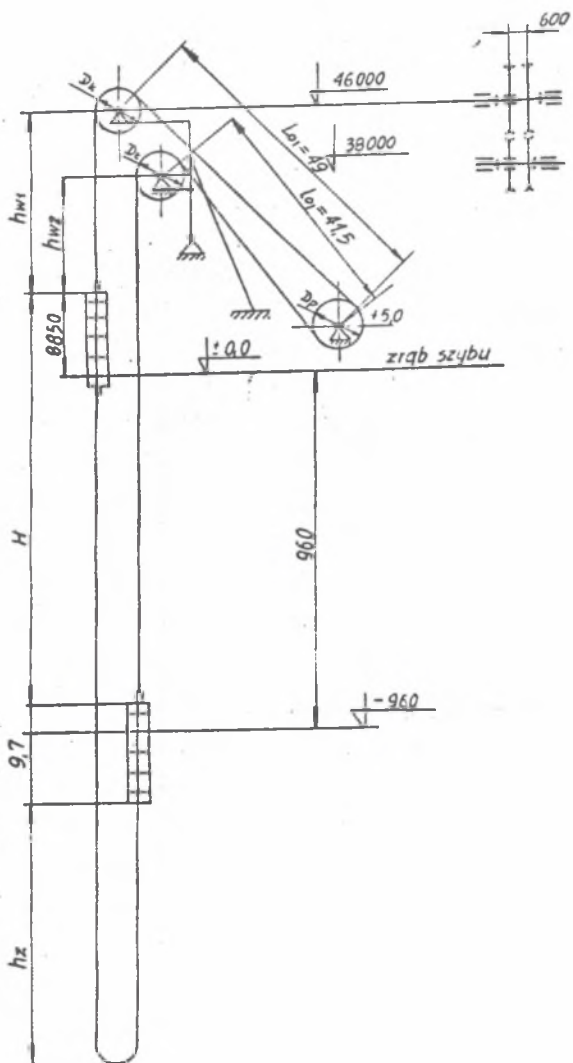
INTERNATIONAL SEMINAR ON MODERNIZATION OF HOISTING MACHINES-
RELIABILITY AND WORK SAFETY

Ryszard OSTAPIUK

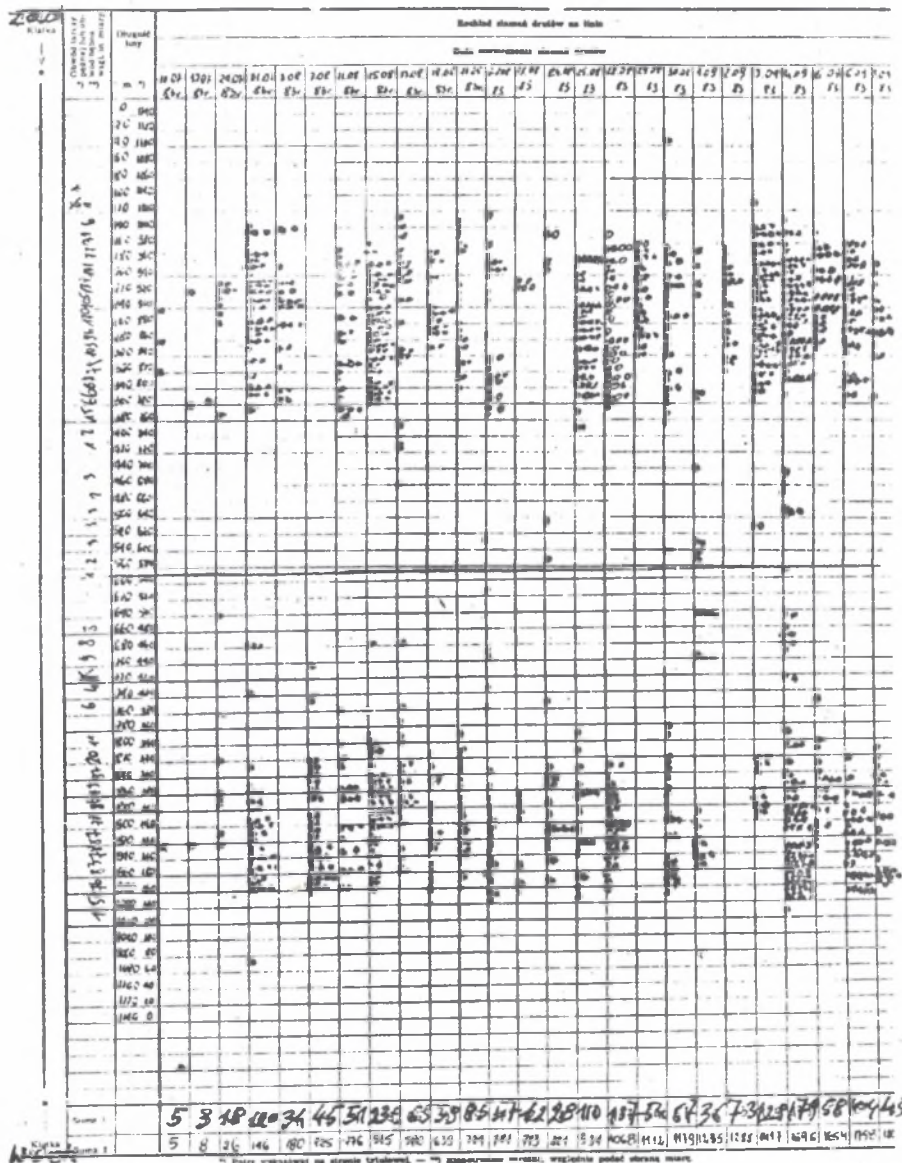
Politechnika Lubelska
Lublin, PolskaWPŁYW UDARÓW PRĄDOWYCH PRZEKSZTAŁTNIKÓW TYRYSTOROWYCH NA TRWAŁOŚĆ
WYBRANYCH ELEMENTÓW URZĄDZENIA WYCIĄGOWEGO

Streszczenie. W referacie podjęto próbę wyjaśnienia uprzywilejowanych miejsc złamań drutów w linach wyciągowych oraz zasygnalizowano niekorzystny wpływ przekształtników tyrystorowych na powstawanie i emisję drgań mechanicznych w linach wyciągowych.

Problem wpływu pracy tyrystorów na trwałość mechaniczną maszyn wyciągowych jest problemem nowym; wywołany został krótkim okresem pracy lin nośnych w nowej kopalni. Parametry techniczne szybu pokazano na rys.1. Na rys.2 przedstawiono wyniki badań złamanych drutów w ciągu kilkumiesięcznej pracy liny nośnej. Na rys.2 widać, że złamania drutów skupione są w dwóch obszarach odległych od zawiesi od 200 do 300 m. Taki rozkład złamań drutów nie wskazuje na złą jakość liny, jak również na wadliwy montaż urządzenia wyciągowego. Wielu specjalistów uzasadnienie tego zjawiska upatruje w kinematyce ruchu postępowego i obrotowego liny. Niestety trudności eksperymentalnego potwierdzenia lub obalenia tej hipotezy są tak kosztowne, że pozostanie ona dość długo jeszcze nie rozstrzygnięta. Podczas badań drgań naczyń wyciągowego i poddaniu ich analizie fourierowskiej-rys.3-stwierdzono występowanie pewnych maksymalnych przyspieszeń odpowiadającym częstotliwościom, które są wielokrotnością częstotliwości sieci zasilającej. Fakt ten pozwolił na sprecyzowanie nowej hipotezy o współzależności elektromechanicznych drgań wywoła-



Rys.1. Schemat kinematyczny urządzenia wyciągowego zasilanego z przekształtników tyrystorowych. Maszynę wyciągową zębowa 2L-6000/2400. Udźwig użyteczny - 10000 daN. Ciężar pustej klatki - 15000 daN, ciężar bieżącej liny nośnej 10 daN/m



Rys.2. Rozkład złamań drutów w linii nośnej
wzdłuż jej długości

nych pracą tyrystorów, emisją tych drgań przez wał napędowy, koło pędne do lin nośnych i naczyń wyciągowych oraz złamań drutów w linie. W tym celu przeprowadzono pomiary synchroniczne drgań mechanicznych i oscylacji prądu roboczego. Wyniki badań pokazano na rys.4. Jak widać, drgania mechaniczne /przebieg dolny/ są pewnym odwzorowaniem przebiegów prądowych /przebieg górny/. A więc poza analizą widmową również zbocza narastania poszczególnych impulsów są również zbliżone. Pozostaje do wyjaśnienia energia tych drgań i uprzywilejowane miejsca złamań.

Z przebiegu prądu roboczego pobudzanego przez silnik-rys. 5-widać, że oscylacje prądu roboczego wynoszą 10 - 15 %, co odpowiada oscylacjom mocy również tego samego rzędu. Należy przypuszczać, że konsekwencją wahań mocy będą oscylacje sił i naprężeń w linach nośnych. W wyniku zmian naprężeń powstaną fale mechaniczne biegnące wzdłuż liny z prędkością krytyczną podobnie jak w pręcie stalowym.

Jeśli czas tłumienia tych fal będzie mniejszy od czasu biegu fali, od koła pędnego do zawiesia lub między zawiesiami, to linę można rozpatrywać jako rezonator o odpowiednim dekremencie tłumienia. W tym przypadku część energii, która nie uległa rozproszeniu w pierwszym cyklu obiegu, powróci ponownie, a może nawet powracać wielokrotnie.

Na rys. 6 przedstawiono przebieg fali naprężeń w wale maszyny wyciągowej po jednorazowym impulsie udarowym. Widzimy, że energia fali udarowej odbija się od swobodnych końców i powraca wielokrotnie nakładając się wzajemnie. Należy przypuszczać, że w linie występują analogiczne zjawiska i trwają dłużej ze względu na niższe częstotliwości. A więc dysypacja energii wprowadzonej do liny impulsowo nie rozprasza się dzięki tarcia wiskotycznemu, lecz pod postacią fali naprężeń krąży między swobodnymi końcami lin. Charakterystycznymi punktami falowodu, jakim jest liną dla fal mechanicznych, jest połowa długości fali od swobodnego końca liny, a więc $1/4$ długości całej liny od jednego i drugiego zawiesia. Tak jak przedstawia to rys. 2.

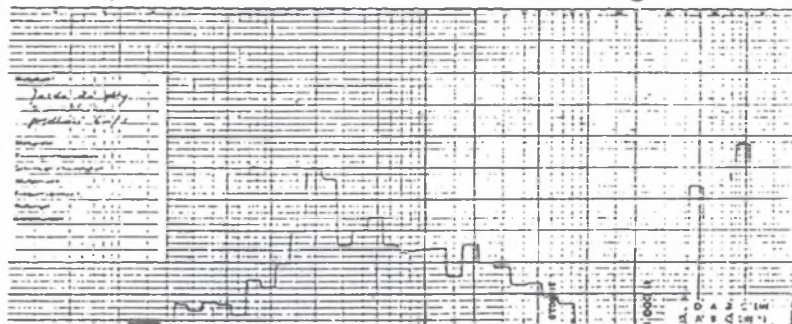
Na potwierdzenie słuszności naszej hipotezy można przytoczyć rozkład złamanych drutów w linie wyrównawczej /rys.7/.

Złamań jest znacznie mniej, lecz skupione są one w okolicy $1/4$ długości liny wyrównawczej od zawiesi.

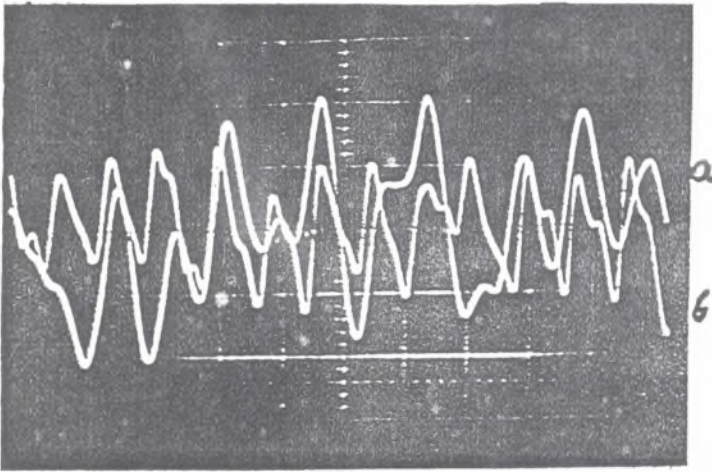
130



Σ



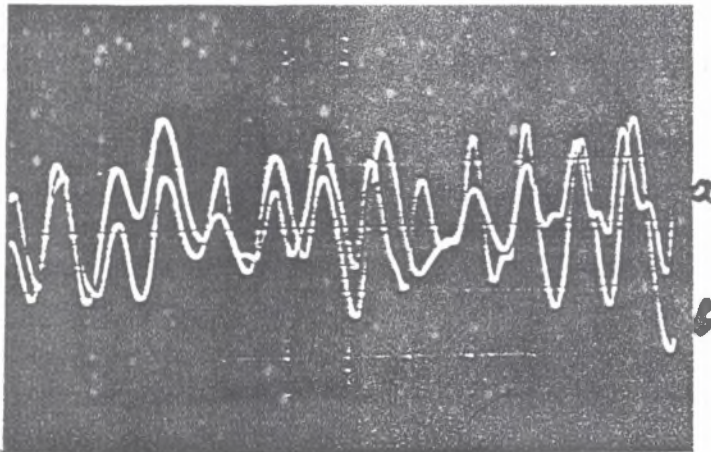
Rys. 3. Rozkład przyspieszeń w funkcji częstotliwości w naczyniu wyciągowym



Prędkość jazdy
 $V = 12 \text{ m/s}$
 $T = 20 \text{ ms/cm}$

Fot. 1. Przebieg prądu wirnika a)

Przebieg przyspieszeń na korpusie łożysk maszyny wyciągowej b)

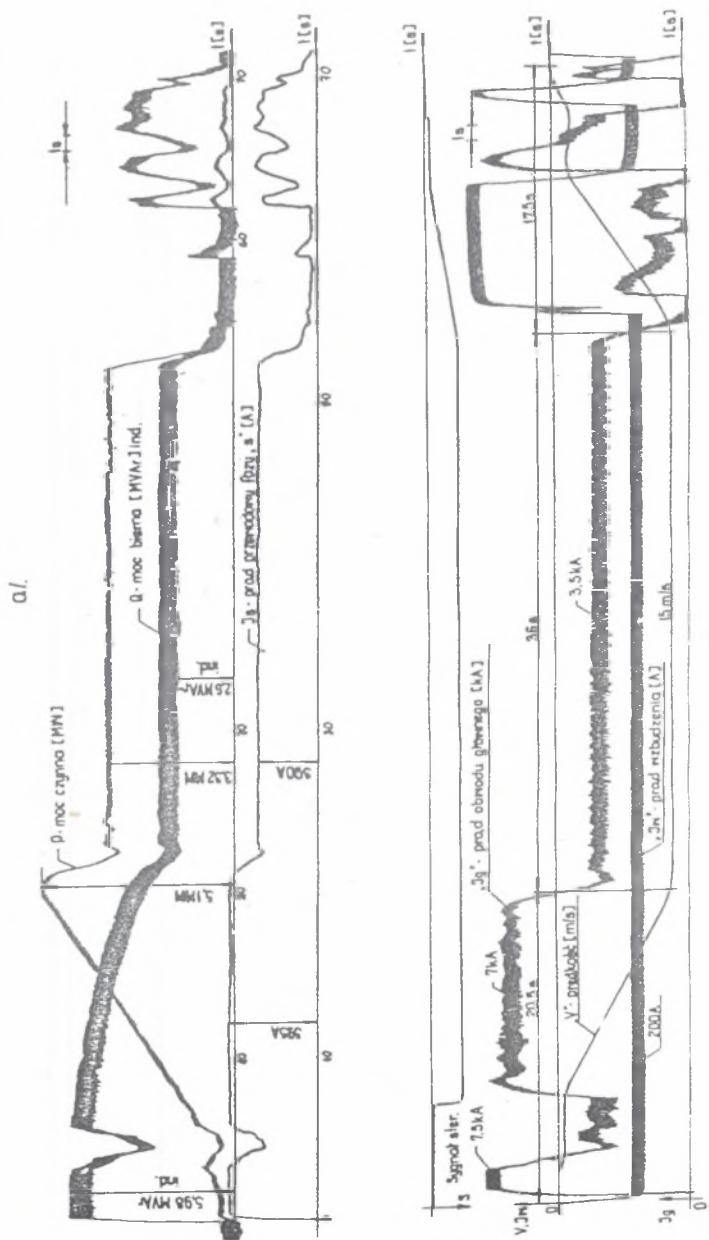


Prędkość jazdy
 $V = 12 \text{ m/s}$
 $T = 20 \text{ ms/cm}$

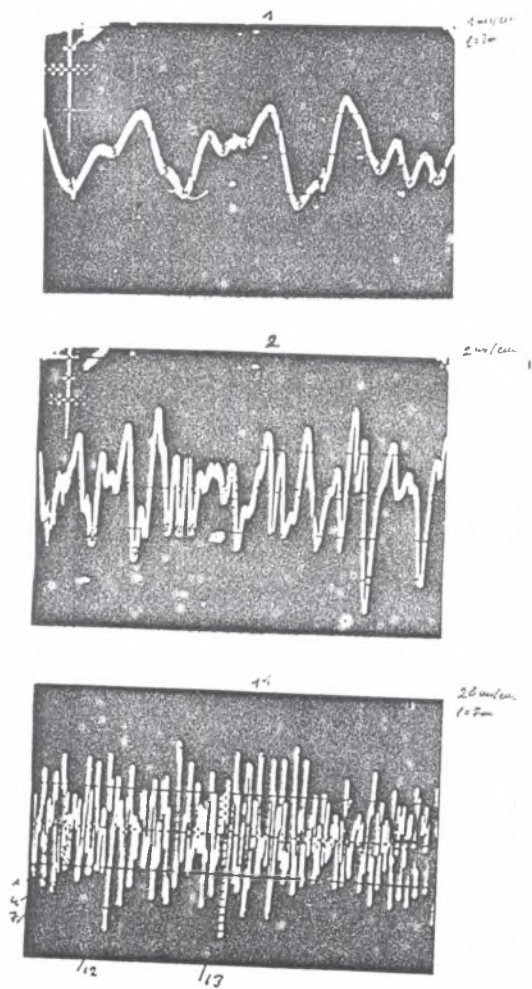
Fot. 2. Przebieg prądu wirnika a)

Przebieg przyspieszeń na korpusie łożysk maszyny wyciągowej b)

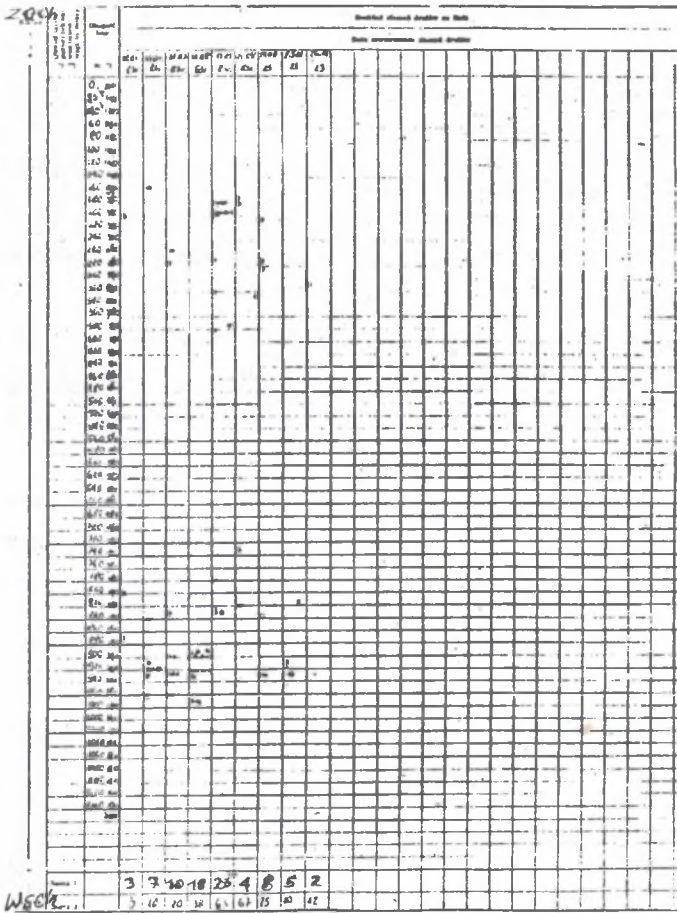
Rys. 4. Pomiary drgań prądu roboczego (przebieg górny) ,
 oraz drgań łożysk wału głównego maszyny wyciągowej



Rys. 5. Przebieg poboru mocy i prądu z sieci w czasie cyklu wybojowego



Rys.6. Przebieg fali naprężeń w wale maszyny wyciągowej po jednorzowym impulsie uderowym:
 fot.1 - początek impulsu, czas 10ms,
 fot.2 - " " " czas 20 ms,
 fot.3 - " " " czas 200ms.

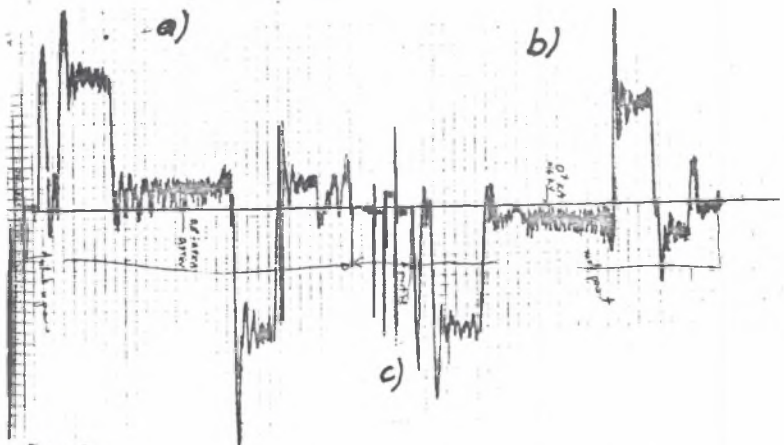


Rys. 7. Rozkład złamań drutów w linii wyrównawczej

Uintensywnienie złamań drutów przy zasilaniu silników prądu stałego z przekształtników tyrystorowych spowodowane jest nadmiarem mocy, jaką przedstawia sieć energetyczna w stosunku do możliwości szybkiego reagowania na niewielkie odchyłki od programu jazdy maszyny wyciągowej. Ilustracją tego zjawiska mogą być pomiary momentu napędowego /rys.8/. W pierwszym momencie włączenia zasilania moment napędowy gwałtownie rośnie, przyspiesza układ mechaniczny do prędkości większej niż zadana, w związku z czym następuje gwałtowny spadek momentu do zera lub następuje hamowanie. Następnie ponownie impuls momentu napędowego prowadzi do nadmiernego przyspieszenia i większej prędkości niż zadana. To z kolei wywołuje większy spadek momentu, niż wynika z oporów dynamicznych urządzenia wyciągowego.

Takie oscylacje występują nie tylko podczas rozwijania prędkości, lecz podczas jazdy ustalonej i w czasie hamowania. Najwięcej impulsów momentu napędowego obserwujemy podczas dojazdu maszyny wyciągowej i hamowania.

Reasumując, przedstawione wyniki badań oraz ich analizę należy podkreślić, że do ostatecznego rozstrzygnięcia przedstawionych hipotez niezbędne jest przeprowadzenie analogicznych badań innych urządzeń wyciągowych w tym również układów Leonarda.



Rys.8.

Przebieg momentu napędowego w czasie pełnego cyklu pracy jazdy naczyń wydobywczych: a - obroty silnika w prawo, b - obroty silnika w lewo. Klatki nie obciążone. c - przestawianie klatek.

Recenzent: Doc.dr inż. Tadeusz Zmysłowski

Wpłynęło do Redakcji w listopadzie 1991 r.

THYRISTOR RECTIFIER CURRENT SURGE INFLUENCE ON DURABILITY OF SELECTED
ELEMENTS OF HOIST

S u m m a r y

An attempt of explanation why on the hoist rope length some broken wire clusters occur is given. It was indicated that inconvenience influence of thyristor rectifiers operation can be the source of hoist rope mechanical vibration emission causing the appearance of these clusters.

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСОВ ТОКА ТРАНЗИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ПРОЧНОСТЬ
ИЗБРАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДЪЕМНОГО УСТРОЙСТВА

Р е з ю м е

В работе выясняются привилегированные места излома проволоки в подъемных тросах, а также указывается вредное влияние транзисторных преобразователей на возникновение и эмиссию механических колебаний в подъемных тросах.