

KONFERENCJA : MODELOWANIE GÓRNICZYCH MASZYN WYCIĄGOWYCH

9 - 10.XII.1977r.

ALFRED CARBOGNO

INSTYTUT MECHANIZACJI GÓRNICTWA

POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

STEFAN KONIECZNY

RYBNICKIE ZJEDNOCZENIE PW

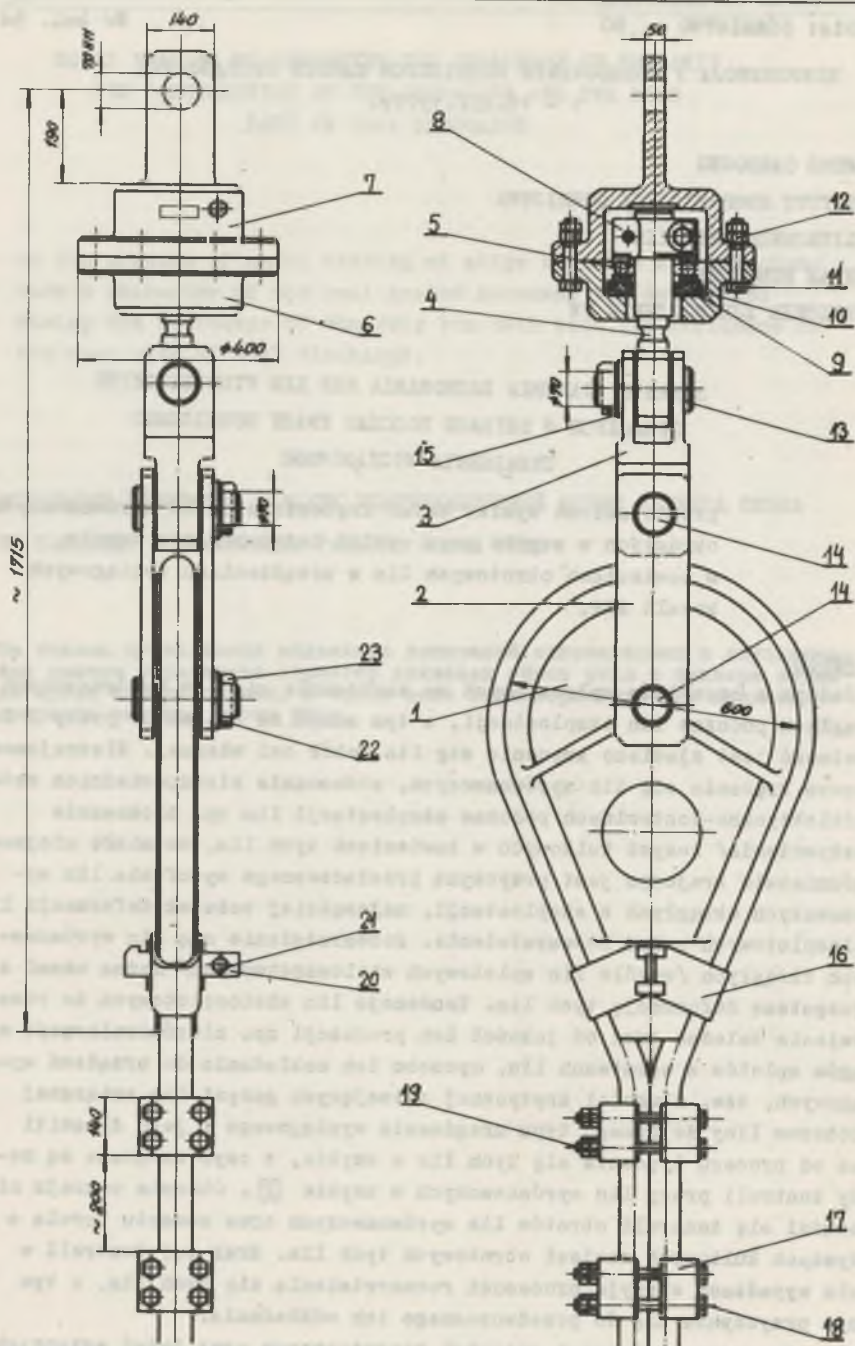
BADANIE ZJAWISKA ZACHOWANIA SIĘ LIN WYRÓWNAWCZYCH
OKRĄGLYCH W SZYBACH PODCZAS PRACY GÓRNICZEGO
URZĄDZENIA WYCIĄGOWEGO

przedstawiono wyniki badań kręcenia się lin wyrównawczych okrągłych w szybie oraz wyniki badań momentu tarcia w zawiesiach obrotowych lin w urządzeniach wyciągowych kopalń ROW.

1. Wstęp

Jednym z czynników wpływających na zachowanie się lin wyrównawczych okrągłych podczas ich eksploatacji, a tym samym na charakter pracy i ich żywotność jest zjawisko kręcenia się lin wokół osi własnej. Nieznajomość procesu kręcenia się lin wyrównawczych, stosowanie nieodpowiednich metod profilaktyczno-kontrolnych podczas eksploatacji lin np. blokowanie /usztynienie/ łożysk kulkowych w zawiesiach tych lin, co miało miejsce w górnictwie krajowym jest przyczyną przedwczesnego wycofania lin wyrównawczych okrągłych z eksploatacji, najczęściej wskutek deformacji lin wielosplotowych przez rozwarstwienie. Rozwarstwienie się lin wyrównawczych okrągłych /wogóle lin splotowych wielowarstwowych/ można uznać za najczęstszą deformację tych lin. Tendencja lin wielosplotowych do rozwarstwienia zależna jest od jakości ich produkcji np. nierównomierność naciągów splotów w warstwach lin, sposobu ich nakładania do urządzeń wyciągowych, tzw. długości krytycznej zwisających gałęzi lin związanej z doбором liny do danego typu urządzenia wyciągowego i jego dynamiki oraz od procesu kręcenia się tych lin w szybie, z czym związane są metody kontroli pracy lin wyrównawczych w szybie [2]. Obecnie w kraju nie prowadzi się kontroli obrotów lin wyrównawczych oraz momentu tarcia w łożyskach kulkowych zawiesi obrotowych tych lin. Brak tej kontroli w wielu wypadkach sprzyja procesowi rozwarstwienia się tych lin, a tym samym przyczynia się do przedwczesnego ich odkładania.

Z obecnie przeprowadzanych rozważań teoretycznych oraz badań wstępnych wynika, że istnieje ścisły związek pomiędzy momentem odkrętnym lin wielosplotowych a podatnością liny na rozwarstwienie. W przypadku lin wyrównawczych moment odkrętny wywołany jest tylko zmieniającym się podczas

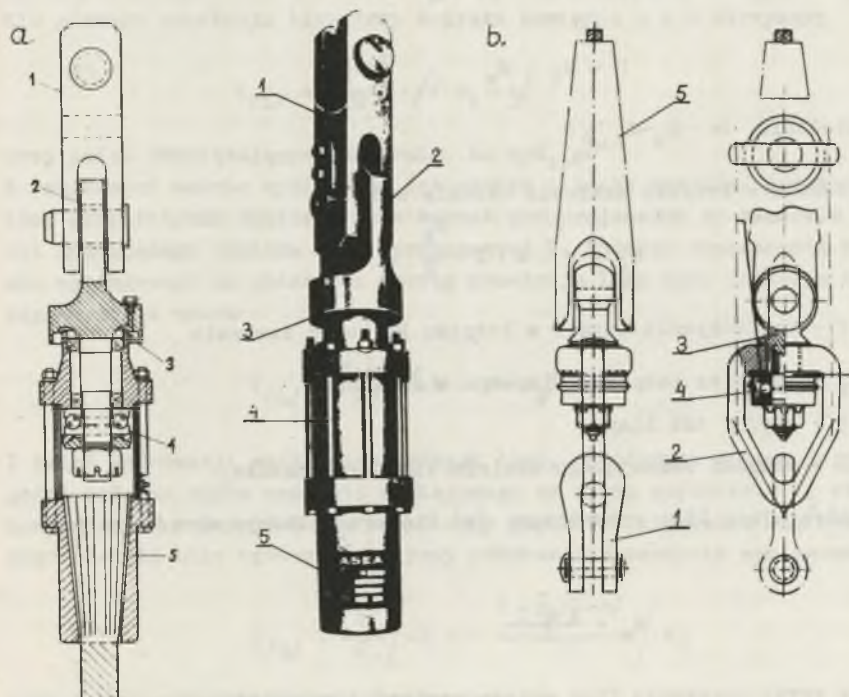


Rys.1. Zawiesie konstrukcji krajowej dla lin wyrównawczych okrągłych.

ruchu liny w szybie ciężarem własnym /brak stałego obciążenia od naczynia wyciągowego/. Zmierzający się podczas eksploatacji liny moment odkrętny spowodowany jej ciężarem własnym czego wizualnym dowodem jest kręcenie się liny wokół osi własnej, zależny jest od współczynnika odkrętności liny i jej ciężaru, który rośnie ze wzrostem głębokości ciągnięcia. Z tego wynika, że ze wzrostem głębokości ciągnięcia rośnie zmienny moment odkrętny liny oraz jej obroty, co łącznie przyczynia się do zagrożenia poprawnej pracy liny w szybie. W celu umożliwienia swobodnego kręcenia się liny wyrównawcze okrągłe mocowane są do naczyń wyciągowych poprzez zawiesia obrotowe.

2. Kręcenie się lin wyrównawczych mocowanych do naczyń wyciągowych poprzez zawiesia obrotowe.

W przypadku zastosowania do połączenia liny z naczyniem zawiesia obrotowego rys.1 i 2



Rys.2. Zawiesia linowe z łożyskami kulkowymi dla: a- lin wyrównawczych /ASEA/, b- lin nośnych /Anglia/.

zmienia się sposób mocowania jednego końca liny z utwierdzenia sztywne-

go na połączenie obrotowe. Przekrój liny znajdujący się w środku jej nawrotu w rzępiu będziemy uważać jako utwierdzony przed obrotem. W przypadku swobodnego kręcenia się końca liny w zawiesiu /mocowanej do jego obrotowego elementu/ istotną rolę odgrywa wartość momentu tarcia M_t /współczynnika tarcia f w łożysku kulkowym zawiesia/w łożysku zawiesia. W tym przypadku rozpatrujemy kręcenie się końca liny mocowanego w zawiesiu obrotowym, gdzie skręt liny ma możliwość wyzwolenia się przez odpowiednią liczbę obrotów. Założmy, że zawiesie obrotowe nie ma możliwości obrócenia się czyli, że moment tarcia M_t w łożysku zawiesia jest znaczny, wtedy w każdym przekroju liny moment skręcający liną pochodzący od jej ciężaru własnego M_w równoważony jest momentem tarcia czyli $M_t = M_w$, faktycznie jednak występują względne obroty przekroju liny co znaczy, że w każdym jej przekroju działa pewien moment wypadkowy M będący różnicą pomiędzy działającym momentem tarcia M_t w łożysku zawiesia, a aktualnym w rozpatrywanym przekroju momentem skręcającym linę M_w wywołanym jej ciężarem własnym czyli [2,4,6]

$$M = M_t - M_w \quad /1/$$

przy założeniu, że $M_w - M_t \geq 0$

Moment tarcia w łożysku zawiesia określa wzór

$$M_t = q \cdot L \cdot f \cdot \frac{d_x}{2} \quad /2/$$

gdzie: f - współczynnik tarcia w łożysku kulkowym zawiesia

d_x - średnica łożyska kulkowego w zawiesiu

q - ciężar 1mb liny

L - długość zwisającego odcinka liny wyrównawczej

Moment skręcający linę spowodowany jej ciężarem własnym określony jest wzorem:

$$M_w = \frac{k \cdot q \cdot L}{2} \quad /3/$$

ponieważ obrót przekroju liny możemy zapisać jako zależność

$$\frac{dV}{dx} = \frac{M}{B} \quad /4/$$

gdzie: $B = / GJ_0 / L$ - sztywność liny przy swobodnym skręcaniu

$\frac{dV}{dx}$ - jednostkowy kąt skręcenia przekroju liny na długości elementarnej

to po wstawieniu do wzoru /4/ zależności /1,2/ otrzymamy

$$dV = \frac{M_t - M_n}{B} \cdot dx = \left[\frac{q \cdot L \cdot f \cdot d_x}{2B} - \frac{k \cdot q \cdot L}{2B} \right] \cdot dx \quad /5/$$

stąd wzór na obliczenie liczby obrotów /kątów obrotów/ górnego przekroju liny w zawieszaniu po przejechaniu drogi x liczonej od podszybia, przez naczynie przejmuje postać

$$V_{/x/} = \frac{q \cdot L \cdot x}{2B} \cdot \left[f \cdot d_x - k \cdot \frac{x}{L} \right] \quad /6/$$

dla górnego przekroju liny przy łożysku zawieszania $x = L$ otrzymamy

$$V_{/L/} = \frac{q \cdot L^2}{2B} \cdot \left[f \cdot d_x - k \right] \quad /7/$$

przy nadal obowiązującym założeniu, że $M_n - M_t \geq 0$

Z powyższych wzorów wynika, że kąt obrotu /liczba obrotów/ przekroju liny przy łożysku zawieszania jest wprost proporcjonalny do kwadratu długości zwisającego odcinka liny wyrównawczej L . Podczas opuszczenia naczynia wyciągowego na podszybie obroty przekroju liny przy zawieszaniu obliczyć można z wzoru

$$V_{/L/} = \frac{q \cdot L^2}{2B} \cdot \left[-k - f \cdot d_x \right] \quad /8/$$

Z badań deformacji wzdłużno-skrętnych liny, wywołanych zmianą jej długości podczas ruchu naczynia wyciągowego ze stałą prędkością V_j otrzymano również zależności dla określenia prędkości obracania się zwisającego odcinka liny wyrównawczej przy podnoszeniu naczynia wyciągowego [6]

$$\dot{W}_{/x/} = \frac{q}{B} \left[-k \cdot x + \frac{f \cdot d_x \cdot (L+x)}{2} \right] \cdot V_j \quad /9/$$

przy opuszczaniu naczynia wyciągowego

$$\dot{W}_{/x/} = \frac{q}{B} \left[k \cdot x + \frac{f \cdot d_x \cdot (L+x)}{2} \right] \cdot V_j \quad /10/$$

W celu obliczenia szybkości obracania się ruchomej części zawieszania

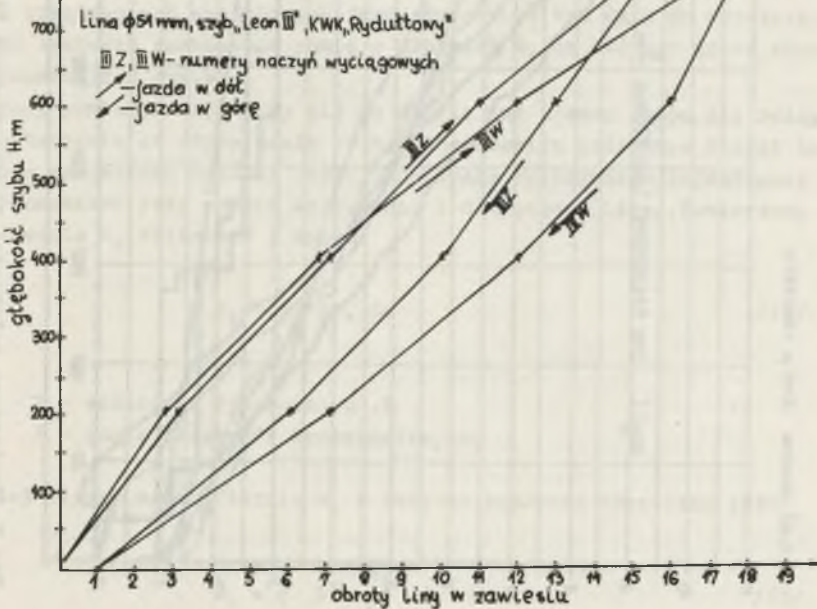
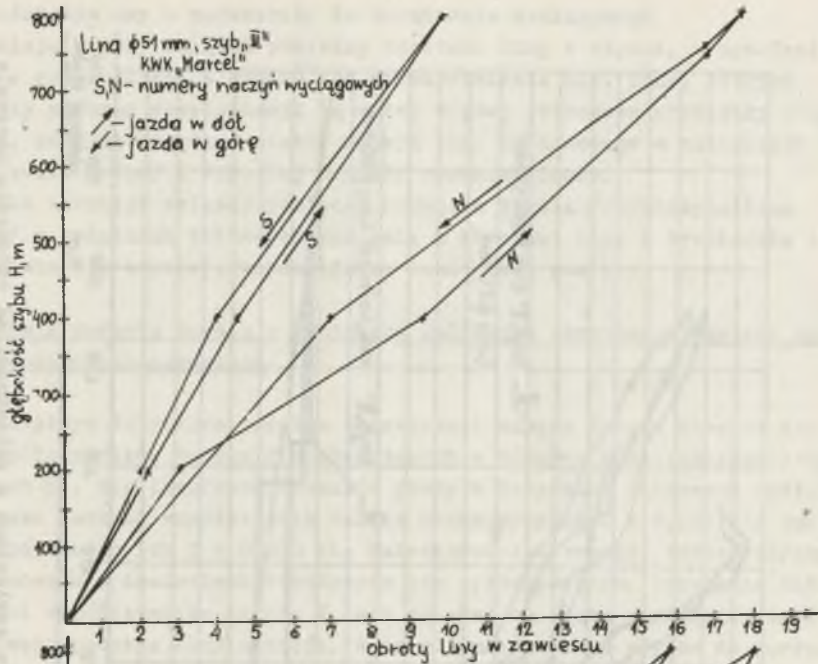
w łożysku kulkowym w powyższych wzorach należy przyjąć $x = L$. Z powyższych wzorów wynika, że prędkość W/x obrotów przekroju liny jest różna na jej zwisającej długości, jest ona proporcjonalna do długości zwisającego odcinka liny wyrównawczej, przebytej drogi x przez naczynie, prędkości jazdy naczynia V_j , współczynnika odkrętności liny k , współczynnika tarcia f w łożysku kulkowym zawiesia oraz średnicy podziałowej tego łożyska d_1 , masy jednego metra bieżącego liny q , a natomiast jest odwrotnie proporcjonalna do sztywności liny na skręcenie $B = /GI_{oL}$. Przez współczynnik tarcia f należy rozumieć nie tylko współczynnik tarcia kulek w łożysku zawiesia ale dodatkowe opory sprzeciwiające się kręceniu końca liny w zawiesiu a wynikające ze zmieniającej się sztywności liny na skręcenie B /ze zmianą długości liny/ oraz z formy kształtu pętli liny w nawrocie.

Ten sumaryczny współczynnik tarcia f w łożysku zawiesia wzrasta jeżeli naczynie zbija się do nawrotu liny wyrównawczej ponieważ wzrasta sztywność na skręcenie krótkiego odcinka liny, którego jeden koniec w wyniku przeginania liny w nawrocie można uznać jako zamocowany sztywno przed kręceniem się. Ponieważ nie zakończono jeszcze badań sztywności lin na skręcanie B /badania są rozpoczęte w Instytucie Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej/ a wzory teoretyczne na obliczenie zmiennej sztywności liny na skręcanie B są bardzo skomplikowane, przeprowadzono pomiary obrotów końców lin wyrównawczych w szybach. Sposób pomiarów był następujący. Obserwatorzy usytuowani na pomoście /stopie/ dolnym skipu obserwowali obroty zaznaczonych cech na widocznej części obrotowej zawiesia. Przyjmując start naczynia na nadsztybiu jako początek jechano w kierunku rzęplia szybu z szybkością około $3 + 4$ m/s notując obrót zaznaczonego elementu zawiesia w zależności od położenia naczynia wyciągowego w szybie /przejechanej drogi/. Przejechaną drogę liczono wg numerów dźwigarów lub znanych stałych charakterystycznych elementów w szybie. Wyniki pomiarów przedstawiono na rys.3,4,5.

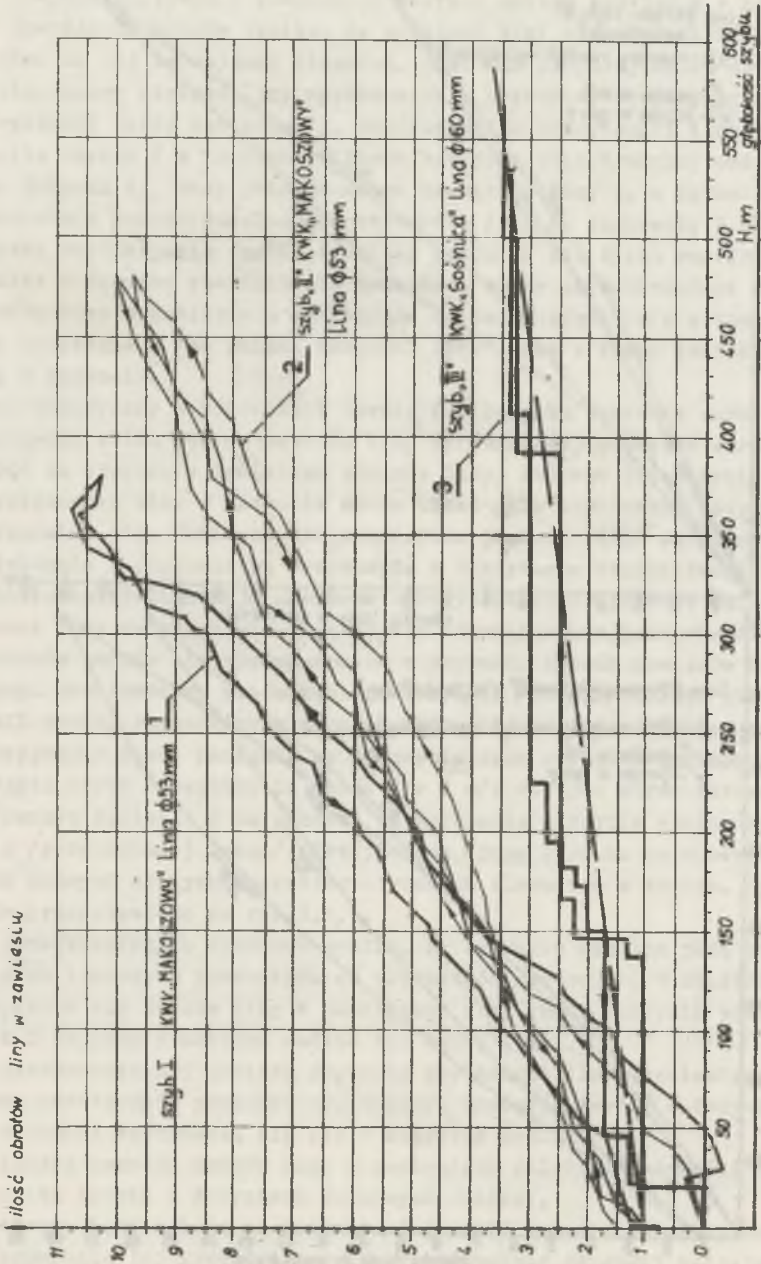
Z przedstawionych wykresów wynika, że kręcenie się lin jest różne, od bardzo liniowych przebiegów do przebiegów skokowych. W niektórych szybach kręcenie się końców liny w zawiesiach przy ruchu naczynia wyciągowego w dół i do góry przebiega wzdłuż tej samej linii.

Z przeprowadzonej analizy kręcenia się końców lin w zawiesiach obrotowych oraz dodatkowych pomiarów np. badania momentów tarcia w łożyskach zawiesi, obserwacji zachowania się lin w nawrocie wynika, że:

- liczba obrotów końców liny w zawiesiach zależy od wartości współczynnika tarcia w łożyskach kulkowych zawiesi,
- obroty liny zależą od kształtu jej pętli w nawrocie /wysokości pętli, promienia jej krzywizny/ oraz od minimalnej długości zwisającego odcinka liny wyrównawczej tj. odległości nawrotu pętli liny wyrównawczej od zawiesia naczynia wyciągowego znajdującego się w podszybiu.
- obroty liny w szybie zależą od metody jej nakładania /nakładanie liny



Rys.3 i 4. Wyniki badań obrotów lin wyrównawczych w zawieszach obrotowych krajowych urządzeń wyciągowych



Rys. 5. Pomierzone zależności liczby obrotów lin w zawieszach w zależności od położenia naczynia wyciągowego w szybach kopalni "Makoszowy" i Sosnica.

z podszybia czy z nadszybia/ do urządzenia wyciągowego
 - istnieje ścisły związek pomiędzy obrotami liny w szybie, a wycofaniem lin z eksploatacji w wyniku ich rozwarstwienia się. Liny, których obroty podczas eksploatacji są mniej więcej jednakowe pracowały długo. Liny, których obroty w czasie maleją tzn. są hamowane w zawiesiach pracowały krócej i szybciej ulegały rozwarstwieniu.
 Ponieważ istnieje związek pomiędzy momentem tarcia /współczynnikiem tarcia/ w łożyskach kulkowych zawiesi, a obrotami liny i trwałością liny wyrównawczej w szybie, przeprowadzono także jego pomiary

3. Badania momentu tarcia w łożyskach kulkowych obrotowych zawiesi lin wyrównawczych okrągłych

Literatura dotycząca podstaw konstrukcji maszyn podaje idealne wartości współczynników tarcia f występujących w różnych konstrukcjach łożysk tocznych [5]. Dla idealnych warunków pracy w łożyskach kulkowych wzdużnych jako wartość współczynnik tarcia można przyjąć $f = 0,003$ dla kulkowego wzdużnego lub $f = 0,020$ dla wałeczkowo-stożkowego, takie łożyska są stosowane w zawiesiach obrotowych lin wyrównawczych. Uzyskanie takich wartości współczynnika tarcia f jest zależne od stanu utrzymania zawiesia obrotowego podczas eksploatacji. W celu zorientowania się co do wartości momentów tarcia w łożyskach występujących podczas eksploatacji wykonano w kilku urządzeniach wyciągowych jego pomiary. W tym celu do obrotowego elementu zawiesia zamocowano ramię o długości R , na którego końcu zamocowano dynamometr D rys.6

Wykonujący pomiary, znajdujący się na stopie pod koszem skipu, dla różnych położeń naczynia co odpowiadało różnym obciążeniom wzdużnym łożysk kulkowych w zawiesiach podczas postoju naczynia wyciągowego, rejestrował siłę dynamometru przy próbie dokręcania i odkręcania liny. Pomierzony moment tarcia M_t obliczono z wzoru:

$$M_t = T \cdot R, \text{ Nm} \quad /11/$$

gdzie:

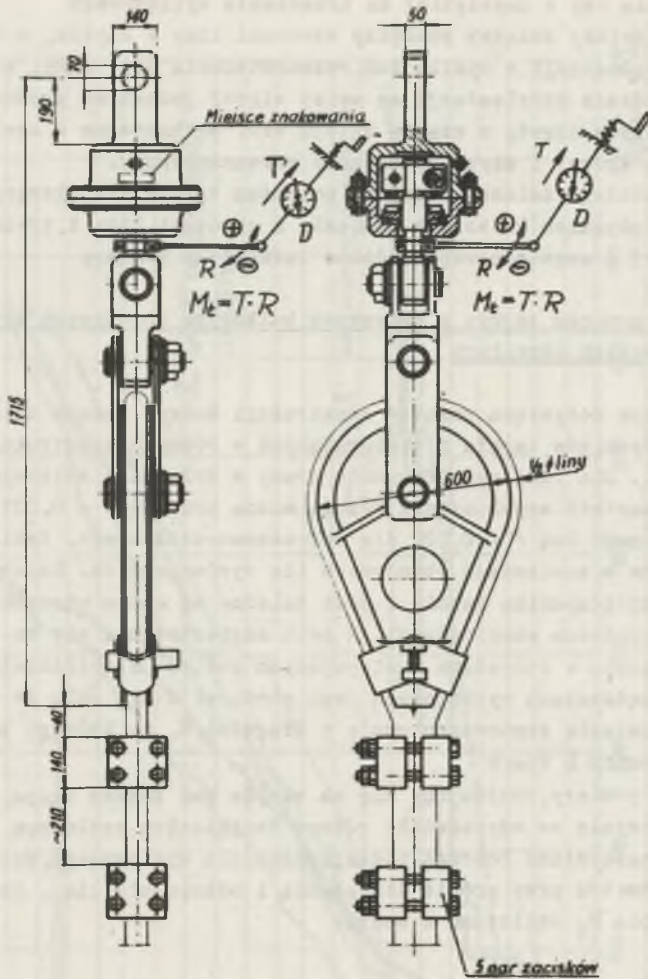
T - wskazanie dynamometru, N
 R - ramię działania dynamometru, m.

Z drugiej strony moment tarcia M_t w łożysku zawiesia określony jest wzorem:

$$M_t = q \cdot L \cdot \frac{d_z}{2} \cdot f, \text{ Nm} \quad /12/$$

gdzie:

q - ciężar mb. liny N



Rys.6. Sposób pomiaru momentu tarcia w łożyskach kulkowych zawiesi obrotowych lin wyrównawczych.

L - długość zwisającego odcinka liny, m

d_t - średnica podziałowa łożyska kulkowego w zawiesiu, m

f - współczynnik tarcia.

Mając pomierzone wartości M_t z wzoru /11/ obliczono wartości współczynnika tarcia f występujące w łożysku zawiesia podczas eksploatacji z wzoru /12/

$$f = \frac{2M_t}{q \cdot L \cdot d_t} = \frac{2T \cdot R}{q \cdot L \cdot d_t} = K \cdot \frac{T \cdot R}{L}$$

/13/

gdzie:

$$K = \frac{2}{q \cdot d_t} \quad - \text{stała układu wyrównawczego /zawiesia i liny/}$$

Wyniki pomiarów przedstawiono na rys.7. Na rys.7 przykładowo zamieszczono także wyniki badań wartości momentu tarcia w łożyskach obrotowego zawiesia liny wyrównawczej okrągłej zastosowanej w jednym z szybów Republiki Płd. Afryki. Dane urządzenia wyciągowego z kołem pędnym w RPA [7].

głębokość ciągnięcia H	1103 m
wysokość pętli liny wyrównawczej w nawrocie h	46 m
średnica liny wyrównawczej 15-to splotowej d	43,6 mm
masa liny wyrównawczej q	8,57 kg/m
moment tarcia w swobodnym zawiesiu przy obciążeniu 2,135 kN - podszybie	5,42 Nm
moment tarcia w swobodnym zawiesiu przy obciążeniu 88,96 kN - nadszybie	54,23 Nm
moment tarcia w zakleszczonym zawiesiu przy obciążeniu 2,135 kN - podszybie	13,65 Nm
moment tarcia w zakleszczonym zawiesiu przy obciążeniu 88,96 kN - nadszybie	149,14 Nm

Wyniki badań momentu tarcia M_t liny $d = 43,6$ mm oraz jej obrotów przedstawiono na rys.8. Zbadano kręcenie się liny, a dane przekazano do komputera. Jeżeli moment odkrętny występujący w zawiesiu przewyższał moment tarcia w jego łożysku kulkowym $M_o > M_t$ to zawiesie obracało się aż do zrównoważenia momentu odkrętnego liny M_o z momentem tarcia w łożysku zawiesia $M_o = M_t$, co odpowiadało wystąpieniu w linie określonej jej sztywności na skręcanie „B” oraz określonego współczynnika odkrętności liny „k” a w konsekwencji określonego M_t .

Obliczenia te powtarzano wzdłuż całej długości jardy naczynia w szybie. Na rys.8 zewnętrzne proste linie obrazują przebieg zmiany momentu tarcia M_t w łożysku zawiesia dla różnych położeń naczyń wyciągowych w szybie. Doświadczenia powtórzono przy usztywnionym zawiesiu /co miało symulować zanieczyszczenie jego łożyska kulkowego utrudniające kręcenie się liny w szybie/ rys.8a. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że w zawiesiu symulującym sztywne utwierdzenie występuje trzy razy większy moment tarcia M_t niż w zawiesiu wolnym od tarcia / z tarciem minimalnym ponieważ zawiesia pozbawionego tarcia nie można uzyskać/. Należy zauważyć, że chociaż ogólny charakter przebiegu wykresów momentu tarcia M_t na rys.8 jest podobny to jednak jego wpływ na linę jest różny. Dla swobodnego zawiesia odkręcenie końca liny w zawiesiu stopniowo wzrasta od

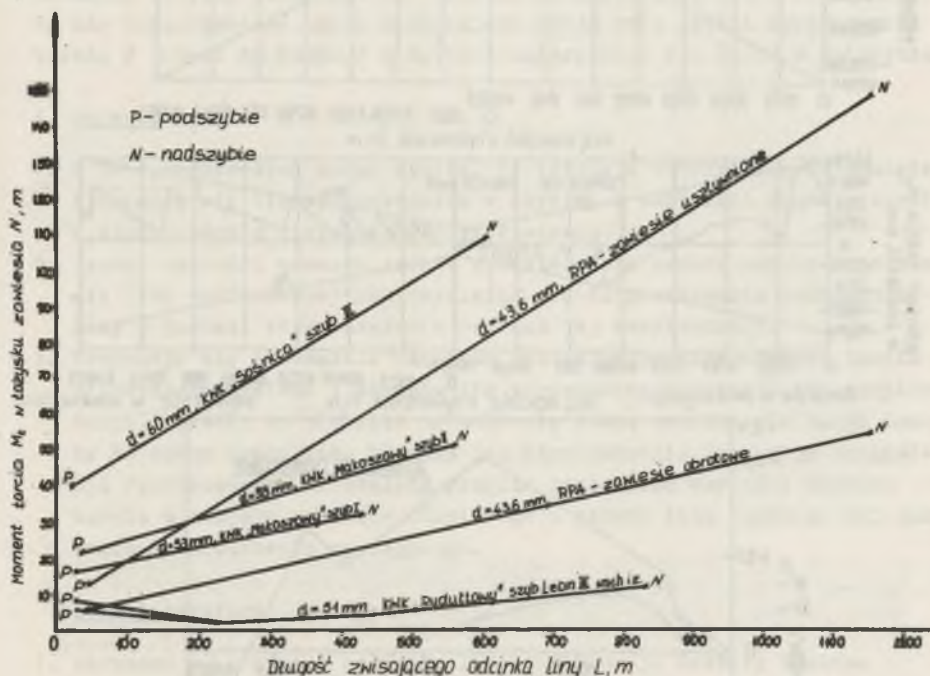
0 do max. $+ 2,071^{\circ}/m$, a następnie maleje i kończy się na wartości $- 0,148^{\circ}/m$, /wartość jednostkowego skręcenia liny związana z jej sztywnością w danym jej przekroju/. Lina powinna /i wykonuje/ większą liczbę skręceń dodatnich a mniej ujemnych. W przypadku zawiesia symulującego sztywne utwierdzenie skręcenie jednostkowe początkowo wynosi $- 0,148^{\circ}/m$ i wzrasta do maksimum $+ 0,588^{\circ}/m$, a następnie spada aż do $- 3,133^{\circ}/m$, lina wykonuje przeciwny cykl skręceń. Charakter wzrastania końcowego ujemnego skrętu jest bardzo szybki. Gdybyśmy rozpatrywali teoretyczne kręcenie się poszczególnych warstw splotów przeciwnie zwitych w linie wielowarstwowej z pominięciem tarcia pomiędzy warstwami splotów to otrzymamy przeciwne cykle kręcenia się warstw splotów w linie. Zjawisko to przyczynia się do deformacji liny przez rozwarstwienie, tym bardziej czym bardziej wzrasta opór tarcia w łożyskach kulkowych zawiesia, które zaczyna symulować sztywne utwierdzenie liny do naczynia i w tym przypadku otrzymamy skrajne wartości ujemnych skręceń jednostkowych /obrotów/ wg rys.6c znacznie większe niż w przypadku liny z zawieszami wolnymi od tarcia.

Z badań liny wyrównawczej okrągłej wynika, że:

- sztywne zawiesie powoduje przeciwny cykl skręcania /kręcenie się/ liny od cyklu skręcania się liny przy zawiesiach swobodnych,
- wzrost ujemnego skrętu liny przy sztywnych zawiesiach jest bardzo znaczny i wynosi $- 3,133^{\circ}/m$ w porównaniu z liną pracującą w zawiesiach swobodnych, gdzie wynosi on $- 0,148^{\circ}/m$,
- kiedy naczynie zaczyna kolejny cykl jazdy lina wyrównawcza musi dodatkowo wykonać bardzo szybką zmianę w kącie skrętu,
- z przebiegu wykresów wynika, że sztywne zawiesie przyczynia się do powstania bardzo dużego kąta skrętu przekroju liny, który gwałtownie wzrasta z głębokością szybu, po przekroczeniu pewnej długości zwisającego odcinka liny wyrównawczej.

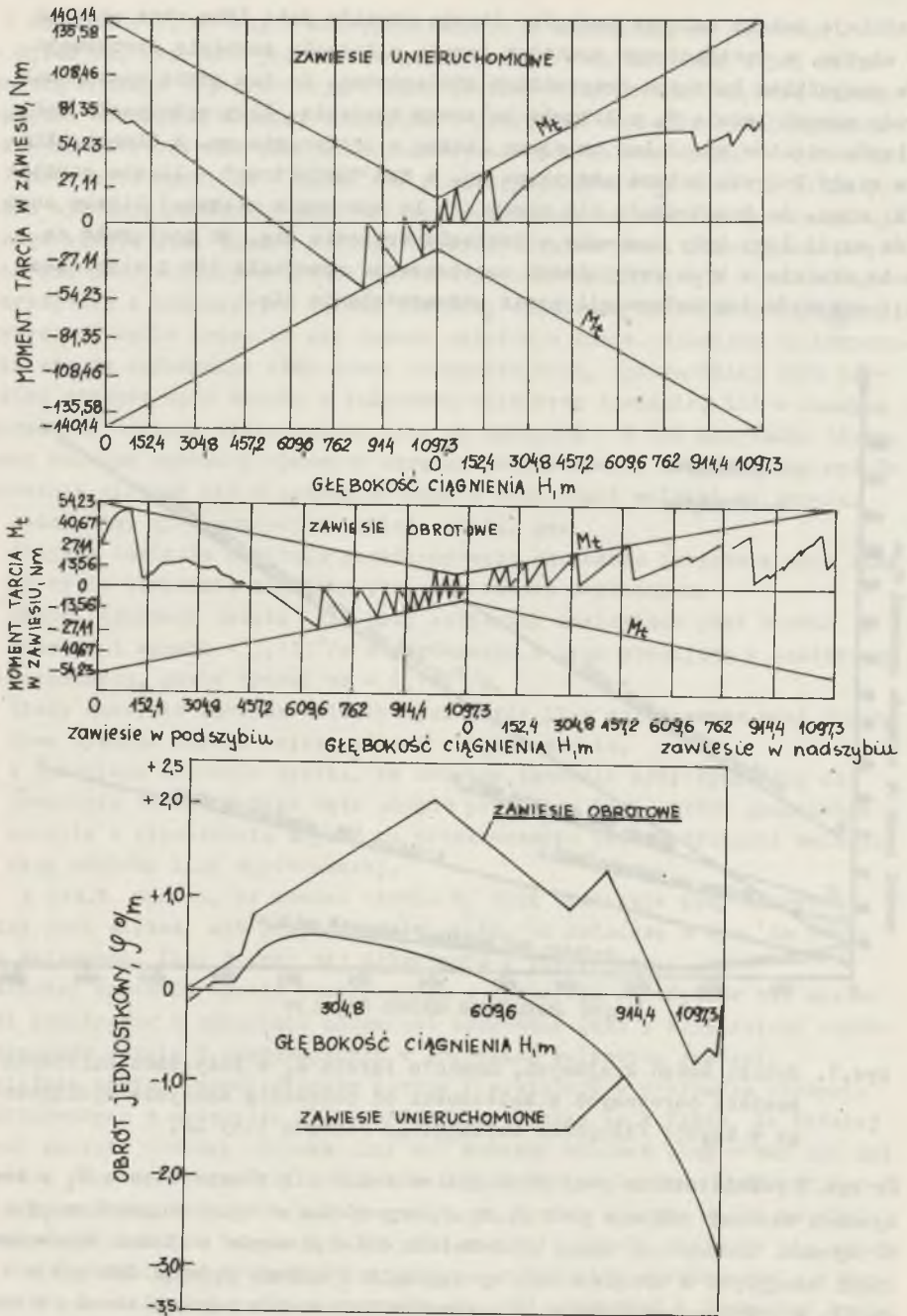
Z rys.7 wynika, że moment tarcia M_t jaki występuje przy odkręceniu liny jest większy niż przy jej dokręceniu, co świadczy o tym, że różne są sztywności liny B przy jej dokręceniu i odkręcaniu. Wartości momentów tarcia pomierzonych w nadszybiu są większe niż wartości pomierzone w podszybiu natomiast odwrotnie jest z wartościami współczynników tarcia f występujących w łożyskach kulkowych zawiesi. Mniejsza wartość współczynnika tarcia f występuje w przypadku naczynia usytuowanego w nadszybiu niż w podszybiu. Wynika to z faktu, że łatwiej jest skrócić dłuższy odcinek liny niż krótszy odcinek liny o ten sam kąt obrotu oraz wg wzoru /12/ gdzie z malejącą długością liny L moment tarcia M_t maleje. Badania wykazały także, że bardzo istotny wpływ na wielkość współczynnika tarcia f w łożysku zawiesia jeżeli znajduje się naczynie w podszybiu, ma długość zwisającego odcinka liny wyrównawczej, a konkretnie kształt jej pętli w nawrocie tj. jej wysokości h i promień krzywizny w nawrocie R_w . Czym większe h i R_w tym mniejsze f w łożysku zawiesia liny wyrównawczej. Z przeprowadzonych obserwacji wynika także, że

istnieje ścisły związek pomiędzy liczbą obrotów jaką lina chce wykonać w szybie, a występującym momentem tarcia w łożysku zawiesia obrotowego. We wszystkich badanych przypadkach stwierdzono, że tam gdzie występował duży moment tarcia M_t w łożysku kulkowym zawiesia, liny wykonywały małą liczbę obrotów np. 3 lub mniejszą liczbę w porównaniu np. z linami, które miały łożyska dobrze utrzymane np. w KWK "Rydułtowy" - liczba obrotów 18, mimo, że konstrukcja lin narzucała im wykonanie większej liczby obrotów czyli liny były hamowane w procesie kręcenia się, co pociągało za sobą właśnie w tych przypadkach przedwczesne wycofanie lin z eksploatacji w wyniku ich deformacji przez rozwarstwienie się.



Rys.7. Wyniki badań krajowych, momentu tarcia M_t w łożyskach kulkowych zawiesi obrotowych w zależności od położenia naczyń wyciągowego w szybach /długości zwisającego odcinka liny L /.

Na rys.7 przedstawiono poglądowo jak zmieniał się moment tarcia M_t w łożyskach zawiesi podczas prób statystycznych dla różnych położenia naczyń w szybach. Biorąc pod uwagę wieloletnie doświadczenie z linami wyrównawczymi okrągłymi w urządzeniach wyciągowych z kołami pędnymi RPA gdzie wynika z przytoczonych badań w przypadku zmierzenia momentu tarcia w zawiesiu obrotowym $M_t = 5,42$ Nm podszybie do $M_t = 54,23$ Nm w nadszybie za-



Rys.8. Wyniki badań momentu tarcia w łożysku zawiesia oraz obrotów liny wyrównawczej 15-to splotowej o średnicy $d = 43,6$ mm, RPA.

wiesz, uważa się jako obrotowe, czyli spełniające swoje zadania natomiast, jeżeli pomierzony moment tarcia w zawiesiu obrotowym wynosi $M_t = 13,55$ Nm w podszybiu do $M_t = 149,14$ Nm w nadszybiu to zawiesie mimo, że wykazuje jeszcze jakąś chęć do obrotów uważa się za sztywne nie spełniające swojej roli i w tym przypadku zawiesie należy wymienić na nowe lub usunąć zatarcie, należałoby w kraju też wprowadzić pewne rozgraniczenie w obrotowych zawiesiach lin wyrównawczych z uwagi na występowanie wielkości momentu tarcia w łożyskach kulkowych tych zawiesi. Wyliczając współczynnik tarcia f z pomierzonych wartości momentów tarcia dla wszystkich badanych przypadków łącznie z RPA przy zastosowaniu umownie tej samej średnicy łożyska kulkowego $d_t = 280$ mm otrzymamy, że w RPA zawiesia uważa się jako obrotowe czyli spełniające swoją rolę jeżeli współczynnik tarcia f wynosi do około $f = 0,010$ w nadszybiu i $f = 0,023$ w podszybiu.

4. Wnioski

1. Z przeprowadzonych badań wynika, że istnieje ścisły związek pomiędzy kręceniem się lin wyrównawczych w szybie, a wartościami momentu tarcia występującego w łożysku kulkowym zawiesia.
2. Wzrost wartości momentu tarcia M_t w zawiesiu hamuje proces kręcenia się liny wyrównawczej przyczyniając się do powstawania deformacji liny w postaci rozwarstwienia podczas jej eksploatacji.
3. Proponuje się wprowadzić okresowe kontrolne pomiary momentu tarcia w łożyskach zawiesi i obrotów lin wyrównawczych podczas ich eksploatacji. Pozwoli to nie tylko na kontrolę stanu zawiesi ale także posłuży do oceny pracy liny podczas jej eksploatacji. Jako stan odniesienia /porównawczy/ należałoby przyjąć pomierzone wartości momentu tarcia w łożysku zawiesia obrotowego i obroty liny zaraz po jej nałożeniu do urządzenia wyciągowego.

Spis literatury

1. Carbogno A. : Moment odkrętny liny wyciągowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Górnictwa Nr.52. Gliwice 1972.
2. Carbogno A., Konieczny S.: Badanie lin wyciągowych wyrównawczych okrągłych. Konferencja NT pt: "Metody pomiarów i badań urządzeń wyciągowych". Rybnik 1976.
3. Carbogno A.: Opinia dotycząca sił tarcia oraz sił odkrętu w zawiesiach lin wyrównawczych. Zespół Rzeczoznawców SITG Katowice 1977.
4. Carbogno A.: Zagadnienie doboru lin wyrównawczych okrągłych dla urządzeń wyciągowych kopalń głębokich. Referat wygłoszony 22.IV.1977r. w GBSiPG w Katowicach.

5. Czub J.F.: Krupnogabaritnyje podaszczipniki kaczienja. Maszynostrojenie Moskwa 1976.
6. Rapaj W.A.: Priedielnyje głubiny podjemow z krugłopriadnymi urawnowiesziwajuszczimi kanatami. Ugol. 1976 Nr.4.
7. Shelly P.D., Joly R.L.B.: The significance of static and fatigue tests in assessing the life of steel wire ropes. Internationale Conference on Hoisting - Men, Materials, Minerals. Organised by The South African Institution of Mechanical Engineers. 16-24 October. Johannesburg 1973r.

THE EXAMINATIONS OF BEHAVIOUR OF ROUND BALANCE ROPES IN SHAFTS UNDER THE OPERATING CONDITIONS OF WINDERS

In this paper there are presented the results of investigations to determine the spinning of round balance ropes in shafts as well as these to determine the moment of friction in swivel suspension gears for round balance ropes.

The investigations were carried out in the collieries of the ROW district.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ КРУГЛЫХ УРАВНОВЕШИВАЮЩИХ КАНАТОВ В ШТАБЛАХ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ ГОРНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

В статье даны результаты исследований скручивания уравновешивающих круглых канатов в штابل, а также даны результаты исследований момента трения во вращающихся прицепных устройствах канатов в подъемных установках шахт Рязанского угольного округа.