

Alfred CARBOGNO  
Stefan KONIECZNY

BADANIA MOMENTU TARCIA W ŁOŻYSKACH KULKOWYCH ZAWIESI  
OBROTOWYCH LIN WYRÓWNAWCZYCH OKRĄGLYCH

Streszczenie. W pracy podano wyniki badań ruchowych wartości momentów tarcia występujących w łożyskach kulkowych zawiesi obrotowych lin wyrównawczych i ich wpływ na zachowanie się lin wyrównawczych w szybie.

### 1. Wstęp

Wyniki eksploatacji zastosowanych w ostatnich latach do urządzeń wyciągowych z kołem pędym lin wyrównawczych okrągłych w wielu wypadkach są niezadawalające. Są to tzw. liny nieodkrętne dwuwarstwowe. Podczas eksploatacji ulegają deformacjom szczególnie rozwarstwieniom warstw splotów. Jak wykazały badania zagraniczne oraz krajowe, czynnikami sprzyjającymi powstawaniu rozwarstwieniu warstw splotów są:

- a) nieodpowiednia produkcja (produkowanie tych lin na maszynach nie posiadających wystarczającej liczby szpul odpowiednio do ilości splotów w całej linie, tak by jej wyprodukowanie odbyło się w jednym procesie produkcyjnym a nie na "raty"),
- b) niezastosowanie odpowiedniej metody ich zakładania i wymiany,
- c) brak całkowitego zrównoważenia sił i momentów sprężystych pomiędzy warstwami splotów, czyli uzyskanie lin całkowicie nieodkrętnych lub o bardzo małym współczynniku odkrętności "k" tych lin,
- d) nieodpowiednie utrzymanie stanu łożyska kulkowego w zawiesiu liny wyrównawczej okrągłej - brak całkowitej swobody kręcenia się liny w łożysku.

W przypadku lin splotowych dwuwarstwowych stosowanych w kraju bardzo trudne jest uzyskanie zadawalającej ich nieodkrętności, choćby z uwagi na fakt, że nigdy nie osiągnie się równości przekrojów poprzecznych splotów warstwy wewnętrznej i zewnętrznej.

Brak tej równości nawet przy doborze odpowiednich skoków i kątów zwięcia drutów i splotów w linie, mającym na celu zminimalizowanie wypadkowego momentu odkrętnego całej liny, nie sprzyja otrzymaniu konstrukcji liny nieodkrętniej. Inaczej to wygląda w linach wyrównawczych okrągłych trój-

lub czterowarstwowych, gdzie można znacznie łatwiej i pewniej osiągnąć zrównoważenie sił i momentów odkrętnych pomiędzy warstwami splotów. Pomijając zagadnienie produkcji, które w sposób istotny wpływa na późniejsze zachowanie się lin podczas eksploatacji i wpływ sposobu zakładania tych lin do urządzeń wyciągowych na ich zachowanie się i trwałość podczas eksploatacji ma wpływ powstający w nich pod obciążeniem moment odkrętny (współczynnik odkrętności  $k$ ). Dodatkowo na trwałość lin w szybie wpływa kształt pętli liny w nawrocie, kręcenie się tych lin oraz związany z tym moment tarcia  $M_t$ , występujący w łożysku kulkowym obrotowego zawiesia liny wyrównawczej okrągłej, który działa hamująco (przeszkadza) na swobodne kręcenie się liny wyrównawczej, która dąży do wykonania odpowiedniej liczby obrotów wynikłych z jej "natury", tj. śrubowego zwicia drutów i splotów w linie.

## 2. Kręcenie się lin wyrównawczych w szybie

Dla zapewnienia prawidłowej pracy lin wyrównawczych okrągłych uważa się za wystarczające zabezpieczenie łożyska kulkowego w zawiesiu przed zakleszczeniem (utrzymanie stałej gotowości łożyska do wykonania obrotów). Jednak ujemna cecha lin okrągłosplotowych, jaką jest ich tendencja do rozkręcania się pod wpływem siły rozciągającej, powoduje, że przy znacznych ich długościach wraz ze wzrostem prędkości jazdy wyciągu następuje wzrost amplitudy drgań wzdłużno-zginających oraz skręcających, co w efekcie prowadzi do naruszenia normalnej pracy urządzenia wyciągowego oraz naruszenia ich konstrukcji przez rozwarstwianie się warstw splotów lub wzajemne splatanie się gałęzi lin. Prowadzi to do częstej wymiany lin a tym samym postojów urządzeń wyciągowych. Problem ten wystąpi jeszcze bardziej wyraźnie w szybach bardzo głębokich, których będzie coraz więcej w górnictwie krajowym.

Zawiesia lin wyrównawczych okrągłych posiadają łożyska kulkowe, które powinny zapewnić swobodne obracanie końców lin, czyli ułatwić możliwość rozkręcania się ich lub dokręcania w odpowiednich kierunkach o określoną wielkość w zależności od kierunku jazdy naczynia wyciągowego.

Stosując teorię wzdłużno-skrętnych deformacji liny oraz pojęcie naturalnego skręcania się nici założono warunek brzegowy dla dolnego przekroju gałęzi zwisającej liny o długości  $L$  w miejscu tworzenia się jej pętli (w nawrocie) w postaci sztywnego utwierdzenia przed obracaniem się. Dodatkowo przyjęto że najniższy przekrój liny w pętli wolny jest od sił wzdłużnych. Uwzględniając siły tarcia w łożysku zawiesia dla górnego przekroju liny w jego pobliżu otrzymamy wyrażenie na obliczenie kątów obrotów przekrojów liny [3,4,6]:

$$V(x) = \frac{qLx}{2GI_{01}} \left( -k \frac{x}{L} + d_2 \cdot f \right) \quad (1)$$

dla górnego przekroju liny przy łożysku  $X = L$ , czyli:

$$V(L) = \frac{q \cdot L^2}{2GI_{01}} (-k + d_x \cdot f), \quad (2)$$

gdzie:

- $q$  - masa 1 mb liny,
- $B = GI_{01}$  - sztywność liny na swobodne skręcanie,
- $k$  - zastępczy promień odkrętności liny (współczynnik odkrętności),
- $d_x$  - średnica łożyska kulkowego,
- $f$  - współczynnik tarcia w łożyskach.

Ze wzoru (2) wynika, że kąt obrotu (liczba obrotów) liny w łożysku jest proporcjonalny do kwadratu długości zwisającej gałęzi liny. Przy opuszczaniu naczynia na podszybie obroty oblicza się z zależności:

$$V(L) = \frac{qL^2}{2B} (-k - d_x \cdot f) \quad (3)$$

Z powyższych wzorów wynika, że oprócz takich czynników wpływających na kręcenie się liny w szybie, jak jej sztywność na skręcanie  $B$ , masa liny  $q$ , współczynnik odkrętności liny  $k$ , długość zwisającego odcinka liny  $L$ , średnica łożyska kulkowego  $d_x$  w zawieszaniu, bardzo istotnie wpływa wartość współczynnika tarcia  $f$  w łożysku kulkowym zawieszania lub wartość występującego momentu tarcia  $M_t$  w tym zawieszaniu.

Ze wzorów wynika, że im większy współczynnik tarcia  $f$  w łożysku kulkowym zawieszania, tym mniej koniecznych obrotów wykonuje lina, co zostało potwierdzone badaniami ruchowymi obrotów lin w szybie. Przy dużym współczynniku tarcia  $f$  może dojść do unieruchomienia zawieszania obrotowego, a to z kolei gwałtownie hamuje kręcenie się liny i w końcu prowadzi do jej deformacji przez rozwarstwienie i przedwczesne jej odłożenie z eksploatacji.

Szczegółowe informacje dotyczące kręcenia się lin wyrównawczych okrągłych w szybach znajdzie czytelnik w przygotowanej do druku pracy autorów niniejszego artykułu pt.: "Badanie kręcenia się lin wyciągowych wyrównawczych okrągłych w szybach".

### 3. Badanie 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]. Z pracy [5] wynika, że dla idealnych warunków pracy w łożyskach tocznych [5].

zyskach kulkowych wzdłużnych jako wartość współczynnika tarcia można przyjąć  $f = 0,003$  lub  $f = 0,020$  dla wałeczkowego-stożkowego. Łożyska takie stosowane są w zawieszach obrotowych lin wyrównawczych. Takie uzyskanie wartości współczynnika tarcia  $f$  jest zależne od stanu utrzymania zawiesia obrotowego podczas eksploatacji.

W celu zorientowania się co do wartości momentów tarcia występującego podczas eksploatacji wykonano w kilku urządzeniach wyciągowych jego pomiar. W tym celu do obrotowego elementu zawiesia zamocowano ramię o długości  $R$  na którego końcu zamocowano dynamometr  $D$  rys. 1. Pomiaru wykonywano ze stopy pod koszem skipu dla różnych jego położenia w szybie, co odpowiadało różnym obciążeniom wzdłużnym łożysk kulkowych w zawieszach podczas postoju naczynia wyciągowego. Dynamometr rejestrował siłę przy próbie dokręcania i odkręcania liny.

Pomierzony moment tarcia  $M_t$  obliczono ze wzoru:

$$M_t = T \cdot R, \quad \text{Nm}, \quad (4)$$

gdzie:

$T$  - wskazanie dynamometru, N

$R$  - ramię działania dynamometru, m.

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

$$M_t = q \cdot L \cdot \frac{d_z}{2} \cdot f, \quad \text{Nm}, \quad (5)$$

gdzie:

$q$  - ciężar mb liny, N

$L$  - długość zwisającego odcinka liny, m

$d_z$  - średnica podziałowa łożyska kulkowego w zawiesiu, m

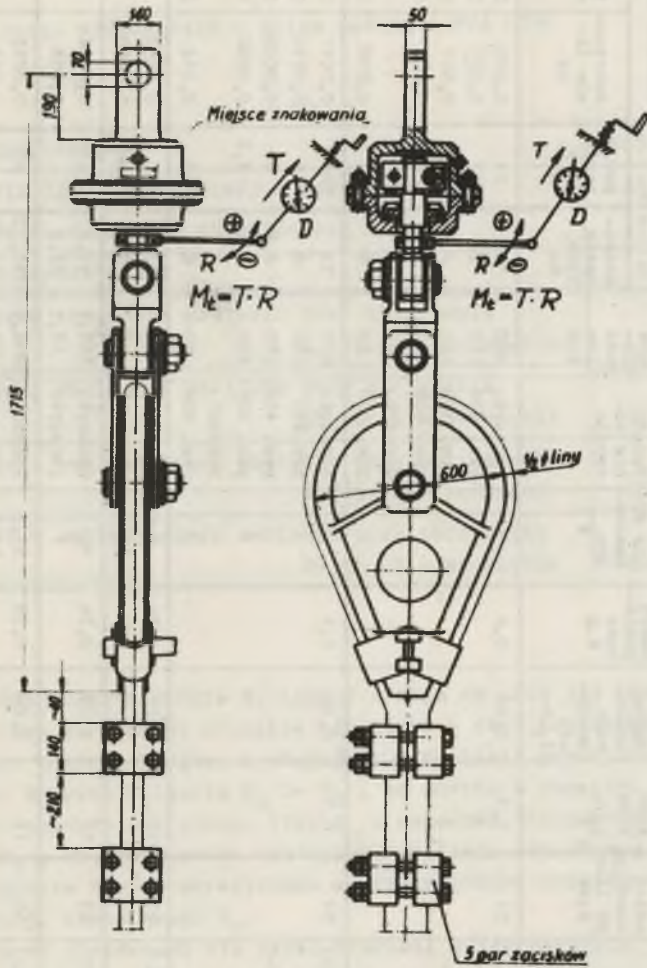
$f$  - współczynnik tarcia.

Mając pomierzone wartości  $M_t$  ze wzoru (6) obliczono wartości współczynnika tarcia  $f$ , występujące w łożysku zawiesia podczas eksploatacji, ze wzoru (7):

$$f = \frac{2M_t}{q \cdot L \cdot d_z} = \frac{2T \cdot R}{q \cdot L \cdot d_z} = K \cdot \frac{T \cdot R}{L}, \quad (6)$$

gdzie:

$K = \frac{2}{q \cdot d_z}$  - stała układu wyrównawczego (zawiesia i liny).



Rys. 1. Sposób pomiaru momentu tarcia w łożyskach kulkowych obrotowych za pomocą lin wyrównawczych w asybie

Tablice

Wyniki badań momentu tarcia  $M_t$  oraz współczynnika tarcia  $f$  w łożyskach kulkowych obrotowych zawiesi dla lin wyrównawczych okrągłych

Ip. Nazwa kopalni	Szyb prze- dział	Nomi- nalna średni- ca liny d, mm	Masa liny kg/m	Średni- ca ko- zyska kulko- wego zawie- sia d <sub>z</sub> , m	Ramię pomia- rowe R, m	Wskaza- nie dy- namome- tru N	Położe- nie na- czyńia	Zwisa- jaca długość liny L <sub>z</sub> , m	Moment tarcia $M_t$		Wyznaczony współ- czynnik tarcia $f$			
									dokrę- canie liny Nm	dokrę- canie liny Nm				
1 Rydułtowy	Leon III lina wschod- nia	51	9,1	0,28	0,4		nadszyb.	830	12	22	0,002	0,0016		
							poz. 200	630	8	12	0,001	0,0013		
							poz. 400	430	4	6	0,007	0,0012		
							poz. 600 podszyb.	230	2	4	0,006	0,0012		
						poz. 800	30	8	12	0,018	0,021			
2 Makoszowy	Leon III lina zachod- nia	51	9,1	0,28	0,4		nadszyb.	830	12	20	0,0011	0,014		
							poz. 200	630	8	10	0,0010	0,012		
							poz. 400	430	2,8	4	0,0005	0,0007		
							poz. 600 podszyb.	230	2	3,2	0,0006	0,001		
									poz. 800	30	6	10	0,014	0,024
									nadszyb.	425	32,3	-	0,0051	
		podszyb.	25	17	-	0,0460								
3 Sośnica	Szyb I	53	10	0,28	0,34	9,5	nadszyb.	557,5	51,2	-	0,0062	-		
							poz. 200	430	22,4	-	0,055	-		
							poz. 400	230	110,25	-	0,0093	-		
							poz. 600 podszyb.	114,9	40,25	-	0,088	-		
	Szyb II	53	10	0,28	0,34	16	7	54,23	-	0,0096	-			
	Szyb III	60	15	0,28	0,35	31,5	11,5	5,42	-	0,0091	-			
								149,4	-	0,010	-			
								46	13,65	-	0,023			
Republika Pid. Atryki	zawiesie obrotowe	43,6	8,57	-	-	-	nadszyb.	1149	54,23	-	0,0096	-		
							podszyb.	46	5,42	-	0,0091	-		
	zawiesie uszczw- nione	43,6	8,57	-	-	-	nadszyb.	1149	149,4	-	0,010	-		
							podszyb.	46	13,65	-	0,023	-		

Wyniki pomiarów zestawiono w tablicy 1. Zamieszczono w niej także przykładowo wyniki badań wartości momentu tarcia w łożyskach obrotowego zawiesia liny wyrównawczej okrągłej, zastosowanej w jednym z szybów Republiki Półn. Afryki.

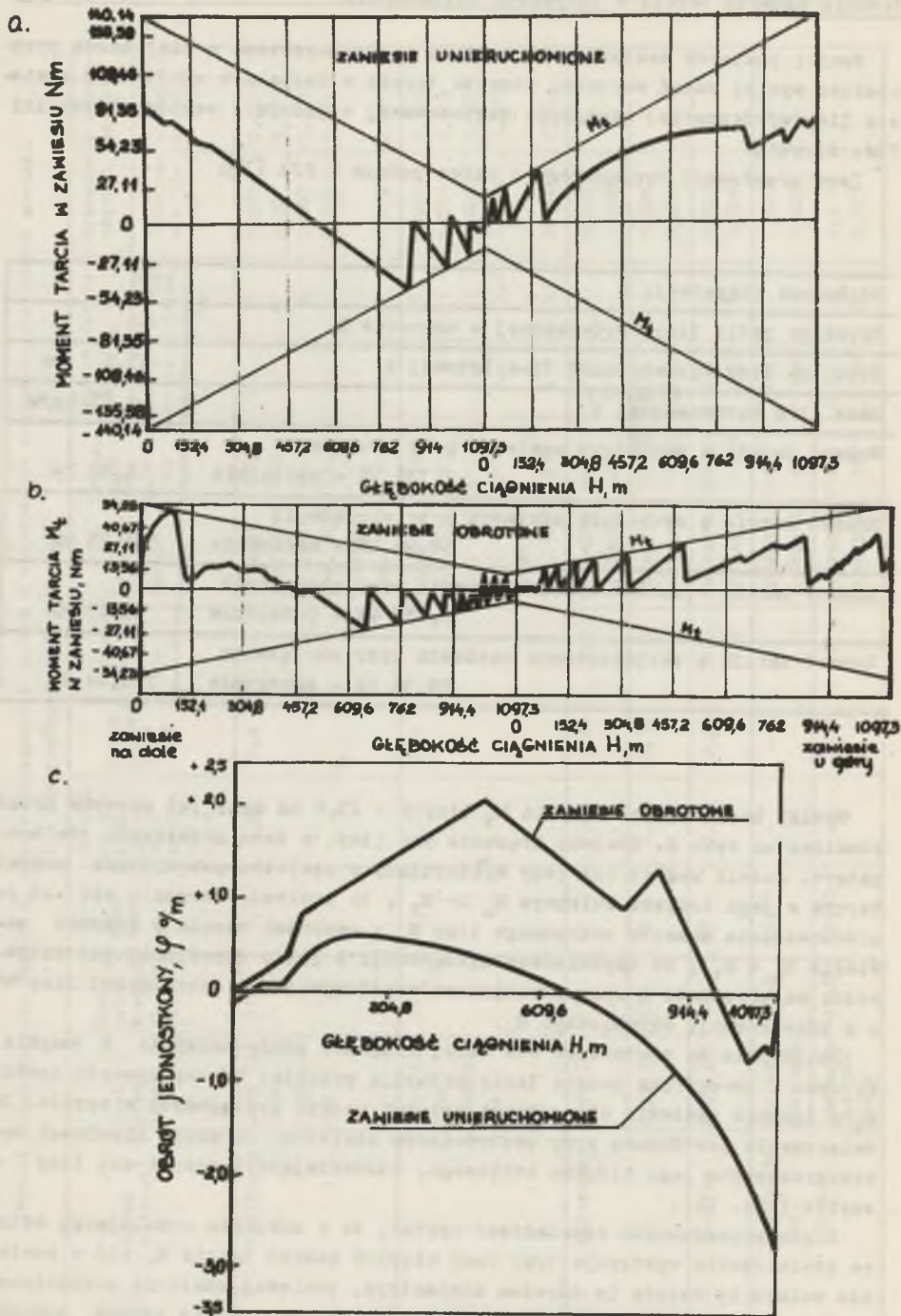
Dane urządzenia wyciągowego z kołem pędnym w RPA [7]:

Głębokość ciągnięcia H	1103 m
Wysokość pętli liny wyrównawczej w nawrocie h	46 m
Średnica liny wyrównawczej 15-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. 2. 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 określönemu współczynnikowi odkrętności liny "k" a w konsekwencji określönego  $M_t$ .

Obliczenia te powtarzano dla całej długości jazdy naczynia w szybie. Na rys. 2 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. 2a).

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 charak-



Rys. 2. Wyniki badań momentu tarcia w łożysku zawiesia oraz obrotów liny wyrównawczej okrągłej 15-splotowej o średnicy  $d = 43,6$  mm w jednej z kopalń RPA



ter przebiegu wykresów momentu tarcia  $M_t$  na rys. 2 jest podobny, to jednak jego wpływ na linię jest różny.

Dla swobodnego zawiesia odkręcanie końca liny w zawiesiu stopniowo wzrasta od 0 do  $\max. + 2,071^\circ/\text{m}$ , a następnie maleje i kończy się na wartości  $- 0,148^\circ/\text{m}$ , (wartość jednostkowego skręcenia liny związana z jej sztywnością w danym jej przekroju). Lina powinna wykonać i wykonuje większą liczbę skręceń dodatnich a mniej ujemnych.

W przypadku zawiesia symulującego sztywne utwierdzenie, skręcenie jednostkowe początkowo wynosi  $- 0,148^\circ/\text{m}$  i wzrasta do maksimum  $+ 0,588^\circ/\text{m}$ , a następnie spada aż do  $- 3,133^\circ/\text{m}$ ; 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 przeciwny cykl kręcenia się warstw splotów w linie. Zjawisko to przyczynia się do deformacji liny przez rozwarstwienie tym bardziej, im bardziej wzrasta opór tarcia w łożyskach kulkowych zawiesia, które zaczyna upodobniać się do sztywnego utwierdzenia liny do naczynia. W tym przypadku otrzymane skrajne wartości ujemnych skręceń jednostkowych (obrotów) wg rys. 2c znacznie większe niż w przypadku liny z zawieszami wolnymi od tarcia.

Z badań liny wyrównawczej okrągłej wynika, że:

- sztywne utwierdzenie liny w zawiesiu powoduje przeciwny cykl skręcania (kręcenia się) liny do cyklu skręcania się liny przy zawiesiach swobodnych,
- wzrost ujemnego skrętu liny przy sztywnych zawiesiach jest bardzo znaczny i wynosi  $- 3,133^\circ/\text{m}$  w porównaniu z linią pracującą w zawiesiach swobodnych, gdzie wynosi on  $- 0,148^\circ/\text{m}$ ,
- 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.

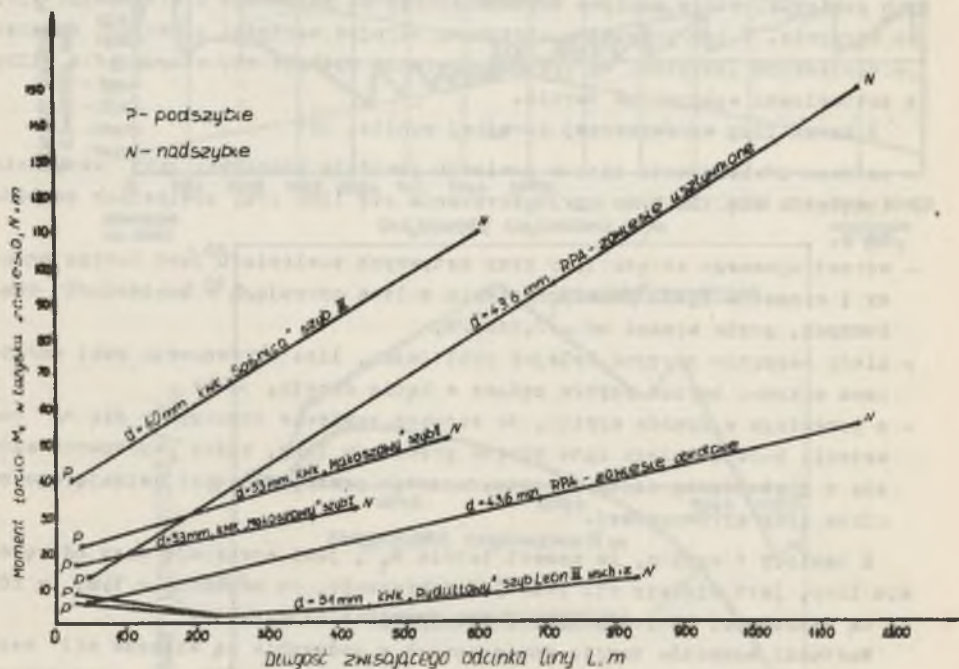
Z tablicy 1 wynika, że moment tarcia  $M_t$ , jaki występuje przy odkręcaniu liny, jest większy niż przy jej dokręcaniu, co świadczy o tym, że różne są sztywności liny B przy jej dokręcaniu i odkręcaniu.

Wartości momentów tarcia pomierzonych w nadszymbiu 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 nadszymbiu niż w podszybiu. Wynika to z faktu, że łatwiej jest skrócić dłuższy odcinek liny niż krótszy o ten sam kąt obrotu oraz ze wzoru (5), gdzie z malejącą długością liny  $L$  moment tarcia  $M_t$  maleje a także ze wzoru (6), gdzie ze wzrostem długości  $L$  współczynnik tarcia  $f$  maleje.

Badania wykazały również, że bardzo istotny wpływ na wielkość współczynnika tarcia  $f$  w łożysku zawiesia, jeżeli znajduje się naczynie w podszczybie, ma długość zwisającego odcinka liny wyrównawczej a konkretnie kształt jej pętli w nawrocie, tj. jej wysokości  $h$  i promień krzywizny w nawrocie  $R_w$ . Im 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 wykonuje 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 "Ryduktowy" - liczba obrotów wynosiła 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. 3. Wykresy pomierzonych wartości momentów tarcia  $M_t$  oraz współczynników tarcia  $f$  w łożyskach kulkowych zawiesi dla różnych średnic lin wyrównawczych okrągłych

Na rys. 3 przedstawiono poglądowo jak zmieniał się moment tarcia  $M_t$  w łożyskach zawiesi podczas prób statycznych dla różnych położeń naczyń w szybach.

Biorąc pod uwagę wieloletnie doświadczenia z linami wyrównawczymi okrągłymi w urządzeniach wyciągowych z kołami pędnymi sztywnych głębokich w RPA ich zalecenia przyjęto jako wzorzec. Z zaleceń tych wynika, że w przypadku zmierzenia momentu tarcia w zawiesiu obrotowym  $M_t = 5,42$  Nm w podszybiu do  $M_t = 54,23$  Nm w nadszybiu zawiesie uważa się jako obrotowe, czyli spełniające swoje zadania, jeżeli natomiast pomierzony moment tarcia w zawiesiu obrotowym wyrosi  $M_t = 13,65$  Nm w podszybiu do  $M_t = 149,14$  Nm w nadszybiu, to zawiesie, mimo że wykazuje jeszcze jakąś tendencję do obrotów, uważa się za sztywne i nie spełniające swojej roli. W tym przypadku zawiesie należy wymienić na nowe lub usunąć zatarcie.

W kraju też należałoby 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  $d_z = 280$  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 wartością momentu tarcia występującego w łożyskach kulkowych 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 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.

## LITERATURA

- [1] Carbogno A.: Moment odkrętny liny wyciągowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria "Górnictwo" z. 52, Gliwice 1972.
- [2] Carbogno A., Konieczny S.: Badanie lin wyciągowych wyrównawczych okrągłych. Konferencja Nauk.-Techn. pt.: Metody pomiarów i badań urządzeń wyciągowych, Rybnik 1976.
- [3] Carbogno A.: Opinia dotycząca sił tarcia oraz sił odkrętu w zawieszonych linach wyrównawczych. Zespół Rzeczoznawców SITG, Katowice 1977.
- [4] Carbogno A.: Zagadnienie doboru lin wyrównawczych okrągłych dla urządzeń wyciągowych kopalń głębokich. Referat wygłoszony 22.IV.1977 r. w GB.IMG w Katowicach.
- [5] Czuh J.F.: Krupnogabaritnyje podszczipniki kaczienija. Maszynostrojenie, Moskwa 1976.
- [6] Карац W.A.: Priedielnyje głubiny podjemow z krugłopriadnymi urawnowieszivajuszczinni kanatami. Ugol, nr 4, 1976.
- [7] Shelly P.D., Joly R.L.R.: The significance of static and fatigue tests in assessing the life of steel wire ropes. Internationale Conference of Hoisting - Men, Materials, Minerals. Organised by The South African Institution of Mechanical Engineers. 16-24 October. Johannesburg 1973.

ИЗМЕНЕНИЕ МОМЕНТА ТРЕНИЯ В ШАРИКОВЫХ ПОДШИПНИКАХ  
ВРАЩАЮЩИХСЯ ПРИЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ КАНАТОВ УРАВНОВЕШИВАЮЩИХ КРУГЛЫХ

## Р е з ю м е

В статье приведены результаты испытаний подвижных величин момента трения выступающих в шариковых подшипниках вращающихся прицепных устройств канатов уравнивающих круглых и их влияние на поведение уравнивающих канатов в стволе.

TESTING FRICTION MOMENTS IN ROLLER BEARING SLINGS  
FOR ROUND BALANCE ROPES

## S u m m a r y

The paper presents test results of friction moments in balance rope sling roller bearings along with their influence on the behaviour of balance ropes in pit shafts.