ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Nr 87 Górnictwo z.7 1963

OKTAWIAN POPOWICZ

KRĘCENIE SIĘ LIN W SZYBACH POD DZIAŁANIEM CIĘŻARU WŁASNEGO

Streszczenie: Następstwem śrubowego ułożenia elementów liny jest moment odkrętny występujący przy obciążeniu liny. Momenty wynikające z obciążenia zewnętrznego przenoszą prowadniki i fundamenty. Momenty wynikające z ciężaru własnego równoważą się z reakcją sprężystości liny na skręcenie. Skok zwicia zmienia się rosnąc ku górze i malejąc ku dołowi. W ruchu koła pędnego lina podnoszona nie zmienia kątów zwicia, lina opadająca kręci się. Największe zmiany kątów zwicia występują w tej części liny, która przy końcu podnoszenia jeszcze przechodzi przez koła. W tej części liny objawy zmęczenia i pęknięcia występują najintensywniej.

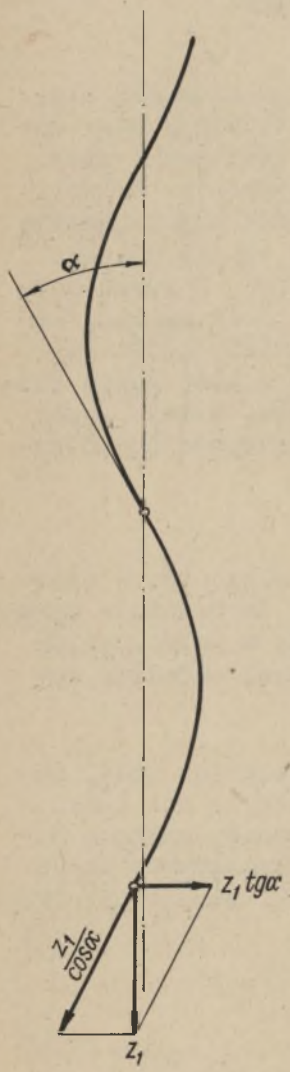
Liny urządzeń szybowych składają się z elementów - skrętek i drutów ułożonych śrubowo dokoła osi. To ułożenie sprawia, że siła rozciągająca linę Z kG_{Z_1} daje w pojedynczych drutach składowe rozciągające drut $\frac{}{\cos\alpha}$ oraz składowe wywołujące obrót Z_1 $tg\alpha$, rys.1.

Momenty skręcające wywołane przez poszczególne druty sumują się, dając wypadkowy moment kręcący dokoła osi liny. W najczęstszym przypadku liny dwuzwitej momenty kręcące wywołane przez druty sumują się z momentami kręcącymi, które pochodzą od skrętek ułożonych pod kątem β. Moment wypadkowy jest proporcjonalny do naciągu liny

$$M = k\,Z$$

W przykładzie pokazanym na rys.2 ramiona momentów są wielokrotnościami średnic drutów δ i otrzymuje się

$$M = 570\,\delta\,\frac{Z}{114}\,\mathrm{tg}\,\beta \pm 180\,\delta\,\frac{Z}{114}\,\mathrm{tg}\,\alpha = k_1\,\delta\,Z$$



Rys.1. Rozkład sił w splocie liny

Współczynnik k_1 w tym przypadku zależy od ilości skrętek, drutów i kątów zwicia. Znak + odnosi się do liny współzwitej, znak - do przeciwzwitej.

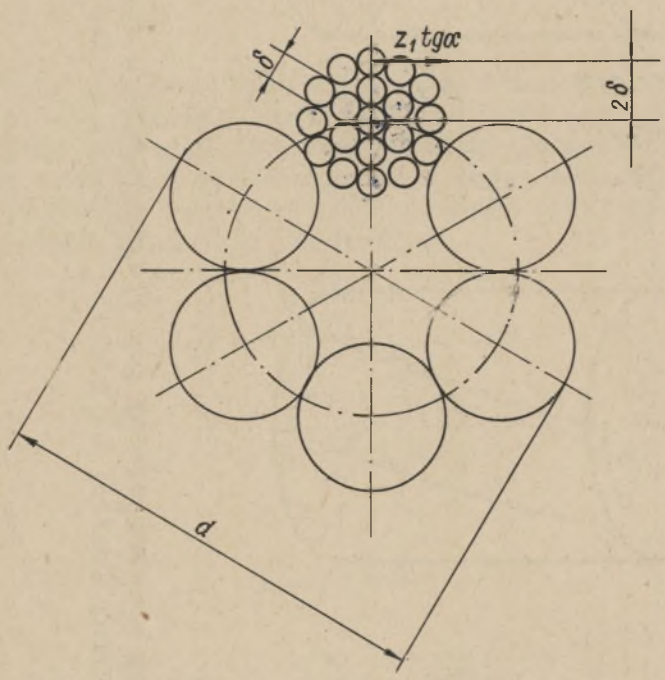
Ciężar klatki wraz z ładunkiem działający na końcu liny zawieszonej w szybie wywołuje moment kręcący dokoła osi liny. Ten moment daje reakcje na prowadnikach, które są przyczyną tarcia w ruchu klatki. W górnym końcu liny reakcja tarcia w żłobku na bębnie równoważy ten moment kręcący. Ponieważ jest to moment o stałej wartości na całej długości liny, nie wywołuje on żadnych ruchów kręcących w przekrojach liny.

Ciężar własny γ kG/m daje również siłę działającą wzdłuż osi liny zawieszonej w szybie. Jest to siła zmienna od wartości 0 na dole do $H\gamma$ na górze szybu o głębokości H m. Ta siła daje również momenty, ale są to momenty zmienne od przekroju do przekroju liny, które równoważy sprężystość liny na skręcanie. Poszczególne przekroje obracają się dokoła osi liny tak, aby reakcja sprężystości równoważyła różnice momentów wywołane ciężarem własnym, które dla elementu o długości dx wynoszą

$$dM = k_x\,\gamma\,dx$$

Oznaczając względny kąt obrotu dwu sąsiednich przekrojów przez $d\varphi$ można założyć w zakresie proporcjonalności momentów i odkształceń

$$M = K_x \frac{d\varphi}{dx}$$

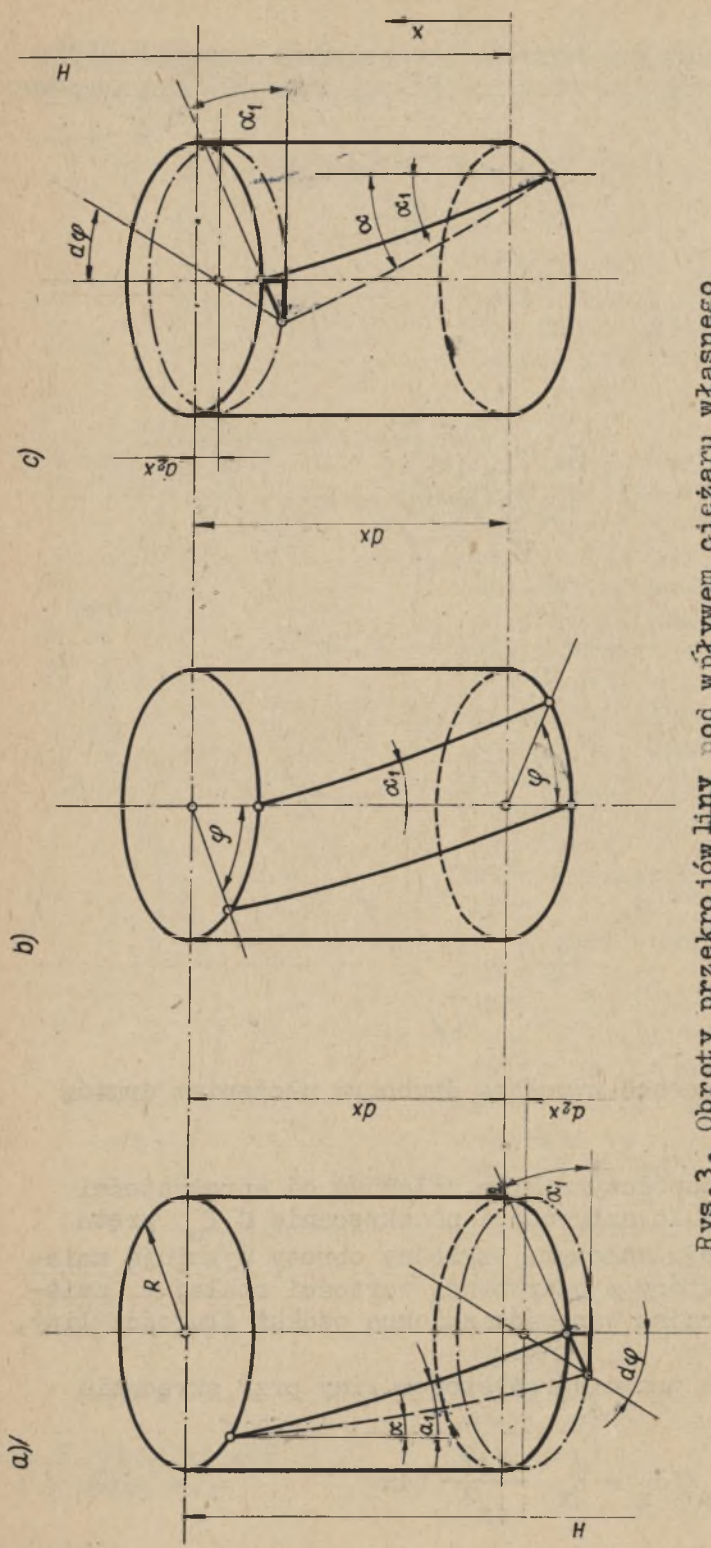


Rys.2. Momenty kręcące wywołane śrubowym ułożeniem drutów

gdzie K_x jest współczynnikiem zależnym od sprężystości liny analogicznym do sztywności na skręcanie $G\,I_o$ pręta pełnego o przekroju kołowym. Względne obroty wywołują zmiany kąta zwicia, który z pierwotnej wartości stałej α_1 zmienia się, przybierając wartość α zmienną wzdłuż długości liny, rys.3.

Według przyjętego prawa sprężystości liny przy skręcaniu jest:

$$dM = k_x \gamma d_x = K_x \frac{d_2\varphi}{dx^2} dx$$



Rys.3. Obroty przekrojów liny pod wpływem ciężaru własnego
a) górny koniec, b) środek, c) dolny koniec

a stąd jeśliby było k_x = constans = k i K_x = constans = K

$$k\gamma x = K \frac{d\varphi}{dx} + C_1$$

Stałą C_1 można wyznaczyć z warunku

$$\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{x=o} = -\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{x=H}$$

Ponieważ lina trzymana jest na obu końcach, więc nie może się kręcić jako całość. Ilość skoków splotu nie zmienia się, a zatem ilości skręceń przekrojów dolnej połowy liny musi odpowiadać taka sama ilość skręceń w drugą stronę górnej połowy. Przyjmując symetrię dla obu połów otrzymuje się powyższy warunek, a na jego podstawie:

$$0 = K\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{x=o} + C_1$$

$$k\gamma H = -K\left(\frac{d\varphi}{dx}\right) + C_1$$

stąd:

$$C_1 = \frac{k\gamma H}{2}$$

$$k\gamma x = K\frac{d\varphi}{dx} + \frac{k\gamma H}{2}$$

$$\frac{k\gamma x^2}{2} - \frac{k\gamma H.x}{2} = K\varphi + C_2$$

a ponieważ dla $x = 0$ jest $\varphi = 0$
więc

$$\varphi = \frac{k\gamma}{2K}(x^2 - Hx)$$

$$\varphi_{max} = \frac{k\gamma H^2}{8K}$$

Obroty przekrojów wynoszą zero na obu końcach i rosną do maksimum w środku liny. Odwrotnie jest z momentami, gdyż

$$M = \frac{d\varphi}{dx} = k\gamma\left(x - \frac{H}{2}\right)$$

a więc w środku liny moment pod wpływem jej ciężaru własnego jest równy zero, a na obu końcach pojawiają się momenty jednakowe co do bezwzględnej wartości, a przeciwne co do znaku

$$M = \pm \frac{k\gamma H}{2}$$

Te momenty dodają się do momentów wynikających z obciążenia klatką, dając na obu końcach jednakowe momenty wypadkowe

$$\pm M = k\left(Q + \frac{\gamma H}{2}\right)$$

gdzie Q oznacza łączny ciężar klatki z ładunkiem.
Tak więc moment odkrętu uchwycony przez prowadniki na dolnym końcu liny jest większy niżby to odpowiadało obciążeniu statycznemu liny w tym miejscu, na górnym końcu jest za to mniejszy. Ten pozorny paradoks wynikły z założenia k = constans i K = constans jest możliwy jako następstwo sprężystych obrotów przekrojów liny, które powodują zmiany kątów zwicia. Zakładając, że dolny koniec liny ma swobodę przesuwania się w pionie, otrzymuje się w myśl rys.3.

$$\frac{dx}{\cos\alpha_1}(\alpha_1 - \alpha) = \frac{R\,d\varphi}{\cos\alpha_1}$$

czyli

$$\alpha_1 - \alpha = R\frac{k\gamma}{K}\left(X - \frac{H}{2}\right)$$

albo oznaczając

$$\alpha - \alpha_1 = \Delta\alpha, \quad \frac{k\gamma R}{K} = C$$

$$\Delta\alpha = C\left(\frac{H}{2} - x\right)$$

to znaczy, że zmiana kąta zwicia występuje linijnie na całej długości liny. Największy ubytek na górnym końcu liny ma tę bezwzględną wartość co największy przyrost na dolnym końcu

$$-\Delta\alpha_H = \Delta\alpha_o = \frac{R\,k\gamma H}{2\,K} = \frac{4\,R\varphi_{max}}{H} = \frac{CH}{2}$$

Uwzględniając zmiany kąta zwicia, należałoby kłaść:

$$k_x = a\ \mathrm{tg}\ (\alpha + bx) \qquad K_x = f(x)$$

Tym sposobem można by usunąć pozorny paradoks wzmiankowany poprzednio, jednak wzrosłyby trudności rachunku i zatraciłaby się przejrzystość formuł, a zysk na dokładności wyników byłby nieduży.

Przyjmując te same uproszczenia, otrzymuje się zmianę skoku zwicia z pierwotnej wartości

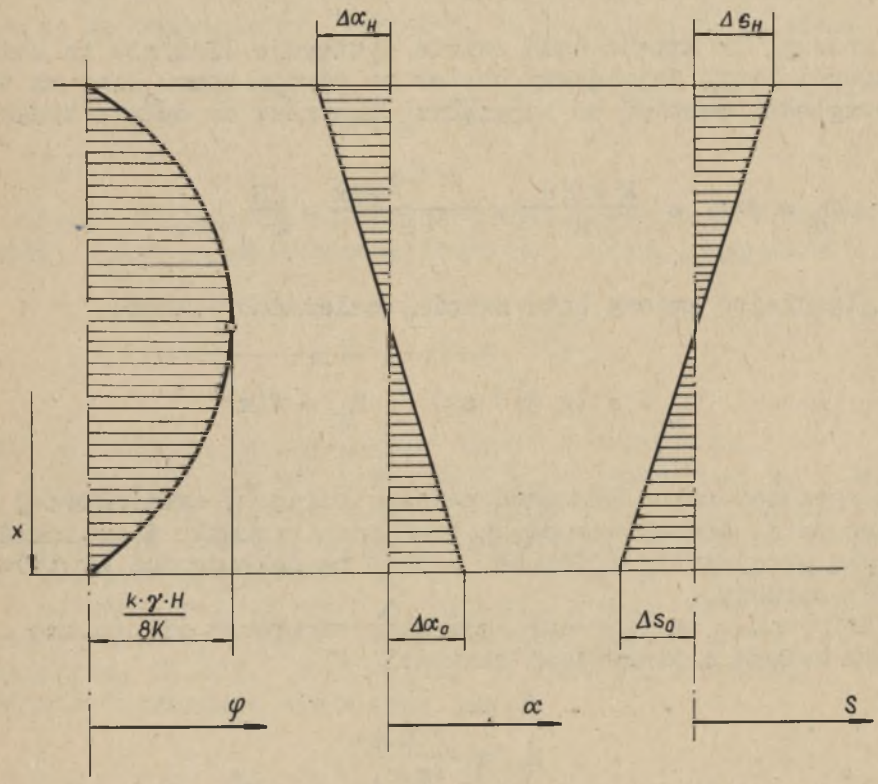
$$S_1 = \frac{2\,R\pi}{\mathrm{tg}\,\alpha_1}$$

do wartości $S_H = \frac{2\,R\pi}{\mathrm{tg}\,\alpha_H}$ na górze oraz

$S_o = \frac{2\,R\pi}{\mathrm{tg}\,\alpha_o}$ na dole, przy czym

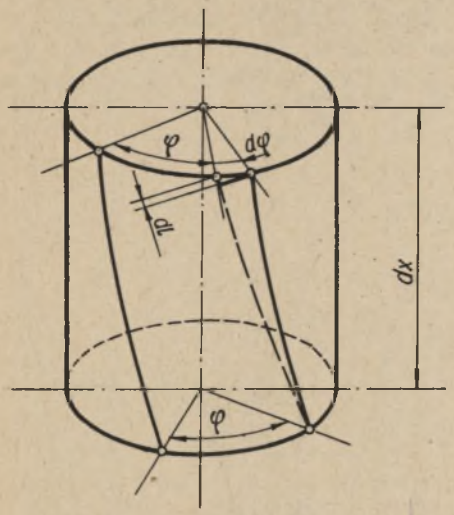
$$\alpha_H = \alpha_1 - \frac{Rk\gamma H}{2\,K} \quad \text{oraz} \quad \alpha_o = \alpha_1 + \frac{R\,k\gamma H}{2\,K}$$

Rys.4 przedstawia kąt obrotu oraz zmianę kąta zwicia i skoku według powyższych związków. Jak stąd widać skręt liny ucieka z miejsca silniej obciążonego na górnym końcu liny do miejsca słabiej obciążonego na dole.



Rys.4. Obroty przekrojów liny φ, zmiany kąta zwicia α i skoku s pod wpływem ciężaru własnego

Inne założenie niż na rys.3 czyni w swojej publikacji Pichot (Revue de l'industrie minerale 1959). Według niego rozpatrywane elementy liny dx mają stałą długość jak na rys.5. W takim razie przy względnych obrotach przekrojów zmieniałyby się długości drutów, a zatem musiałyby zmieniać się naprężenia w drutach i naciąg liny. Takie założenie wydaje się mniej prawdopodobne z uwagi na stałe obciążenie dolnego końca liny ciężarem klatki i ładunku.



Rys.5. Skręt elementu liny wg Pichota bez zmiany długości dx przy zmianie długości drutów

otrzym

Stan rzeczy przedstawiony na rys.4 nie ulega zmianie przy nawijaniu liny na organ pędny, jeżeli nie zostanie zakłócona równowaga momentów. Po ujechaniu drogi Z na linie zwisającej poniżej bębna lub koła pędnego kąty, odchyłki i skoki mają wartości jak na rys.6.

Tarcie liny na wykładzinie zawsze wystarczy, aby nie dopuścić kręcenia. Moment tego tarcia wynosi:

$$M_{tarcia} = \frac{Z}{R} \mu \frac{d}{2}$$

kładąc $\frac{d}{2R} \approx \frac{1}{80}$, $\mu = 0{,}2$

otrzymuje się

$$M_{tarcia} = \frac{Z}{400} \text{ kGcm/cm}$$

Moment kręcący pod wpływem ciężaru liny wynosi:

$$M_{k_r} = k\,\gamma \text{ kG cm/cm}$$

ponieważ: $|\gamma| \quad |f| \quad f \quad \frac{Z}{1080}$

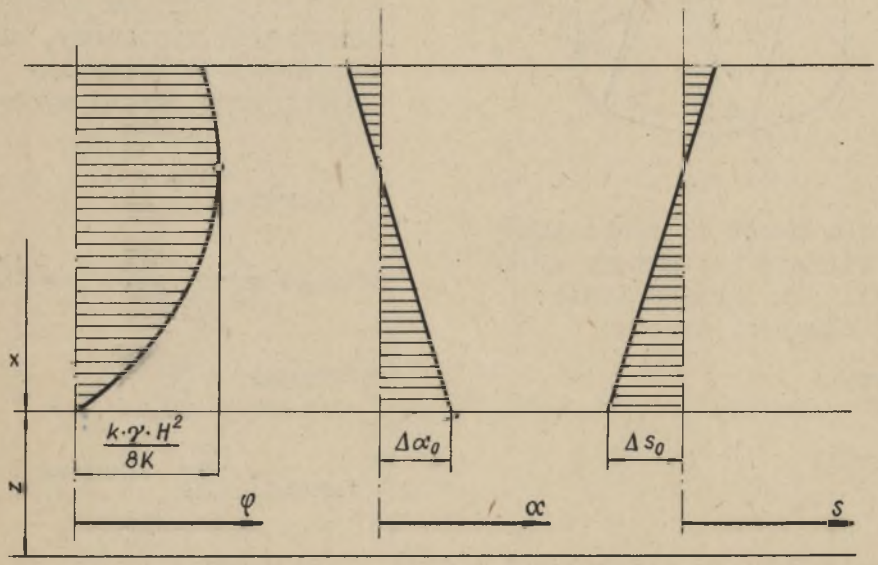
więc:

$$M_{k_r} \quad k \frac{Z}{1080}$$

Biorąc skrajny przykład liny współzwitej z 6-ciu skrętek po 61 drutów ϕ 3 mm otrzymuje się przy $\alpha = 18^{o}$

$$k = 1{,}215 \text{ co dałoby: } M_{k_r} \approx \frac{Z}{890}$$

czyli $$M_{k_r} < M_{tarcia}$$

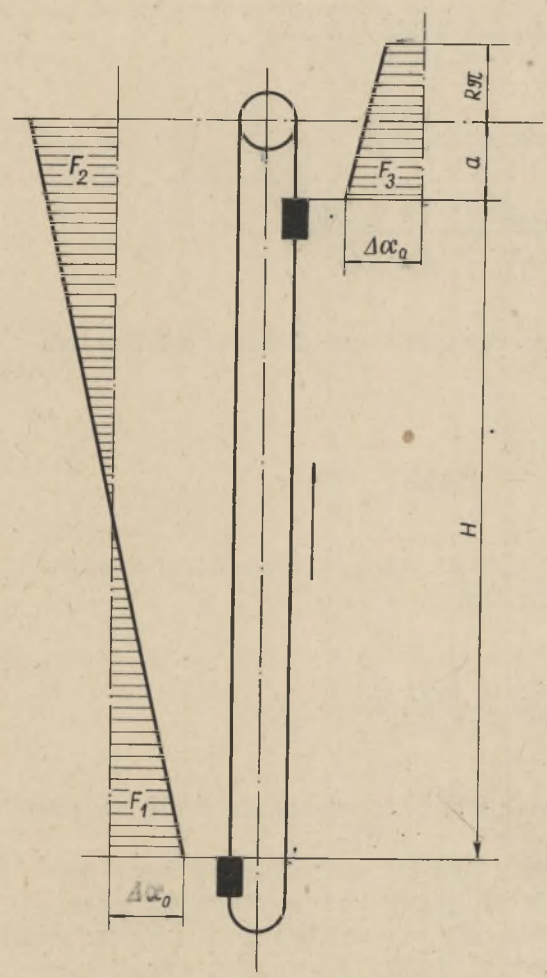


Rys.6. Stan liny nawijanej na bęben po przejechaniu drogi Z

Jeśli jednak $\frac{D}{2d} > 80$, materiał liny o wytrzymałości większej niż 160 kG/mm^2, zapas pewności mniejszy niż 8 krotny albo współczynnik tarcia niższy niż 0,2, wtedy może wystąpić kręcenie liny także i w żłobku, jeśli lina jest silnie odkrętna. Takie zjawisko może występować na kołach kierujących, na kołach pędnych jest ono raczej nieprawdopodobne. To rozumowanie uzasadnia zachowanie się liny na bębnie, która nawija się i odwija wg rys.6, w tym samym stanie skręcenia.

Na koło pędne lina podnoszona nawija się jak na bęben, nie zmieniając kątów obrotu poszczególnych przekrojów, pod warunkiem, że momenty tarcia w żłobku przewyższają momenty

kręcące wynikłe ze sprężystości liny. Po stronie opadającej z koła pędnego odbiega lina o coraz innym kącie zwicia i skoku. Następuje nowy stan równowagi przez wyrównanie momentów z odcinkiem liny nad klatką opadającą. W pierwszej połowie ruchu odcinek ten o bardziej skręconej linie i krótszym skoku oddaje swój skręt części odwijanej, która zaczyna ruch w dół w stanie najbardziej rozkręconym, a w drugiej połowie przebieg staje się odwrotny. Na linie opadającej można obserwować ruchy kręcące w obu kierunkach. Dla punktu liny w odstępie X od klatki podnoszonej jest jak poprzednio:



Rys.7. Odchyłka kąta zwicia liny po zakończeniu ruchu w górę prawej klatki

$$\Delta\alpha_x = \Delta\alpha_o - Cx$$

Wielkość $\Delta\alpha_o$ można wyliczyć z założenia, że po wielokrotnym ruchu klatek w obie strony musi się ustalić taki stan równowagi, iż $\Delta\alpha_o$ po obu stronach koła jest jednakowe. Skręt liny może się przesuwać z jednej strony koła na drugą, ale nie ucieka z liny branej jako całość od klatki do klatki. Uwzględniając, że na łuku opasania równym $R\pi$ tarcie utrzymuje linę nie dopuszczając skręceń otrzymuje się po za-

kończeniu ruchu w górę prawej klatki na rys.7 $F_1 - F_2 + F_3 = 0$ czyli całkę kątów odchyłki równą zeru:

$$\int_0^{H+a} (\Delta\alpha_o - Cx)\,dx + \int_0^{a+R\pi} (\Delta\alpha_o - Cx)\,dx = 0$$

a stąd

$$\Delta\alpha_o = \frac{C}{2} \cdot \frac{(H+a)^2 + (a+R\pi)^2}{(H+a) + (a+R\pi)}$$

Punkt nabiegający na koło ma odchyłkę

$$\Delta\alpha_{H+a} = -\frac{C}{2}\,\frac{2\,(H+a)^2 - (H-R\pi)^2}{(H+a) + (a+R\pi)}$$

A więc kąt rozkręcenia na górze jest cokolwiek większy od kąta dokręcenia na dole, gdyż

$$\Delta\alpha_o < \Delta\alpha_{(H+a)}$$

Podczas ruchu w górę lewej klatki wg rys.7 punkt w odstępie x od niej wykaże stałą odchyłkę:

$$\Delta\alpha = \Delta\alpha_o - C_x = \frac{C}{2}\left[\frac{(H+a)^2 + (a+R\pi)^2}{(H+a) + (a+R\pi)} - 2x\right]$$

która nie zmienia się aż do chwili opuszczenia koła na prawym końcu łuku opasania.

Opadająca gałąź liny różni się od podnoszonej tym, że przekroje liny kręcą się, a odchyłka kąta zwicia na zaczepie klatki zmienia się. Wielkość jej wynika z niezmienności skoków zwicia na całej długości liny, co według rys.8 wyraża się algebraiczną sumą powierzchni trzech trójkątów równą zeru:

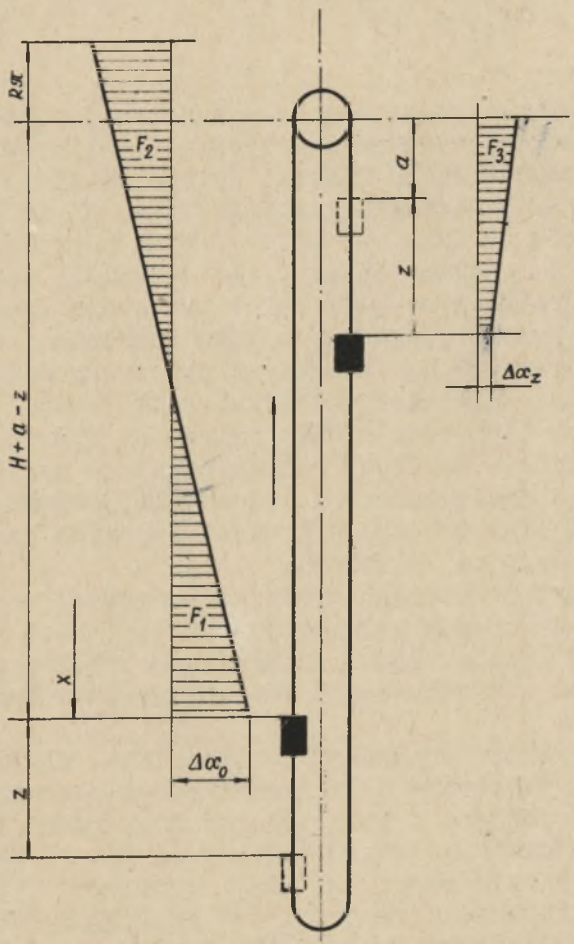
$$F_1 - F_2 + F_3 = 0$$

czyli oznaczając drogę klatek przez z:

$$\int_0^{H+a+R\pi-z} (\Delta\alpha_0 - Cx)\,dx + \int_0^{a+z} (\Delta\alpha_z - Cx)\,dx$$

a stąd chwilowa odchyłka na dolnym końcu opadającej liny:

$$\Delta\alpha_z = \frac{\left[\frac{C}{R}(H + a + R\pi - z) - \Delta\alpha_0\right](H + a + R\pi - z)}{a + z} + \frac{C}{2}(a+z)$$



Rys.8. Odchyłka kąta zwicia liny po przejechaniu drogi z w ruchu lewą klatką do góry

albo oznaczając chwilową długość podnoszonej liny o nie zmieniającym się kącie L_{zp}, a liny opuszczanej o zmiennej odchyłce przez L_{zo}

$$\Delta\alpha_z = \frac{\left(\frac{C}{2} L_{zp} - \Delta\alpha_o\right) L_{zp}}{L_{zo}} + \frac{C}{2} L_{zo}$$

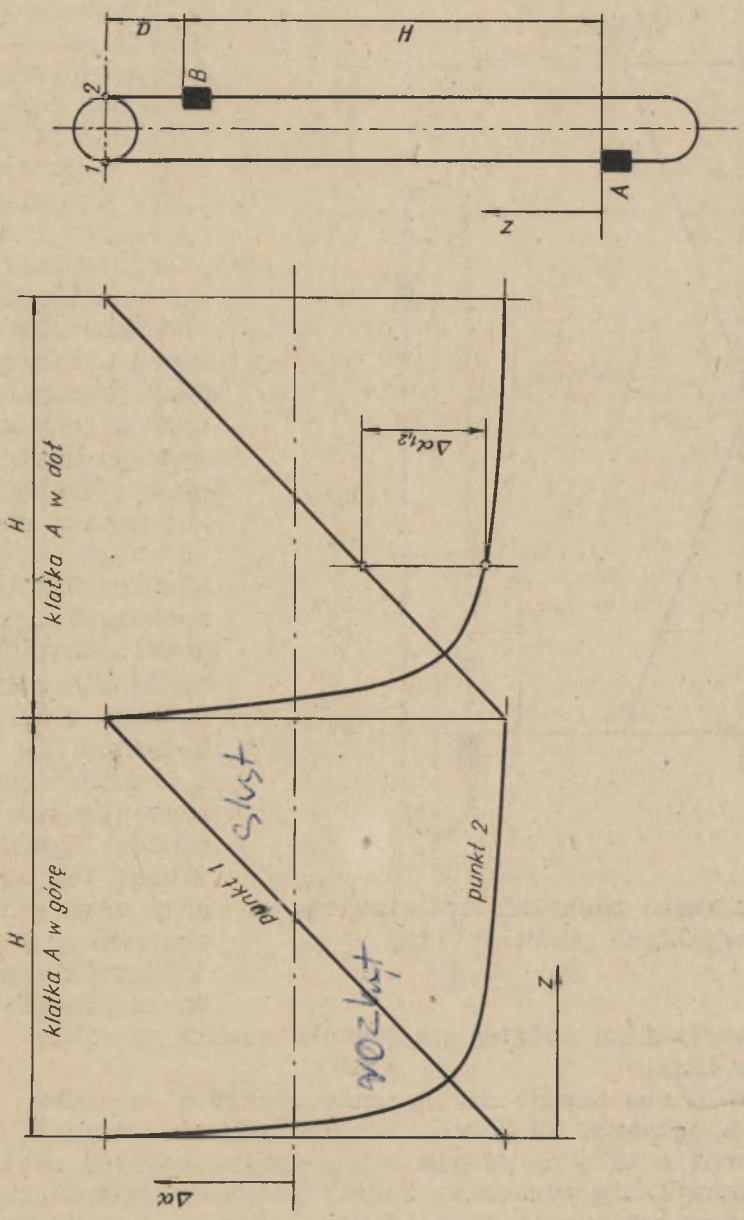
W odległości x od końca liny nad opuszczaną klatką odchyłka wyniesie

$$\Delta\alpha_{zx} = \Delta\alpha_z - Cx$$

Wyprowadzone związki pozwalają na wyznaczenie przebiegu odchyłek kątów zwicia, a zatem i kręcenia się liny w dowolnym jej punkcie w czasie ruchu klatek. Wykres na rys.9 obrazuje przebieg, który by zachodził, gdyby przyjąć, że zmiana kąta zwicia odbywa się na łuku opasania. W myśl poprzednich wywodów nie jest to całkiem ścisłe, ale nieznacznie odbiega od rzeczywistych przebiegów, gdyż obrót przekroju zaczyna się prawdopodobnie przed opuszczeniem łuku opasania i ostre załamania linii wykresów są zastąpione przez łagodniejsze przejścia łukiem. Największe odchyłki kątów zwicia w poszczególnych punktach liny przedstawia wykres na rys.10 i 11. Ten wykres, chociaż obarczony pewnym błędem w wyniku przybliżonego założenia analogicznie z poprzednim, pokazuje, że środkowa partia liny pracuje w korzystniejszych warunkach od partii końcowych nad klatkami.

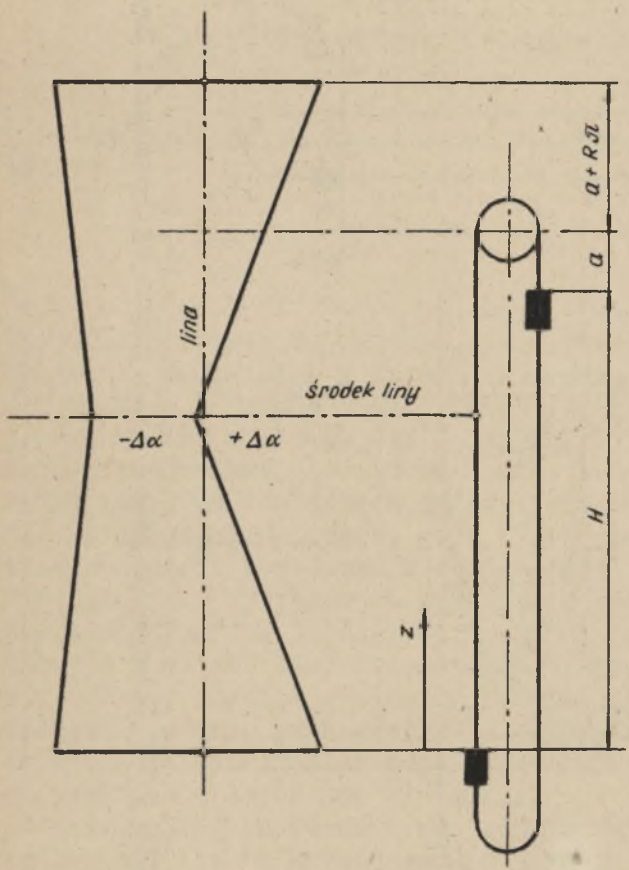
Katedra Maszyn Górniczych prowadzi obserwacje nad zachowaniem się lin na kołach pędnych już od 1954 r. w różnych szybach naszych kopalń. Badania Katedry pokrywają się dobrze z opublikowanymi w międzyczasie spostrzeżeniami badaczy holenderskich.

Punktem wyjścia badań prowadzonych przez inż. Plutę w trzech szybach kopalni "Kleofas" była rysa kredowa nakreślona na linie w miejscu zejścia z koła pędnego przy ruchu liny w głąb szybu prowadzonym z szybkością rewizyjną. W jeździe w górę rysa ta dawała obraz dwu linii śrubowych - rys.12 o przeciwnych kierunkach skrętu przebiegających od środka liny do klatek. Następna jazda w dół dawała obraz linii mniej więcej prostej. Taki cykl powtarzał się regularnie. Prócz tych obserwacji inż. Pluta przeprowadził jeszcze bardziej dokładne i wyczerpujące spostrzeżenia, zjeżdżając w dwuprze-



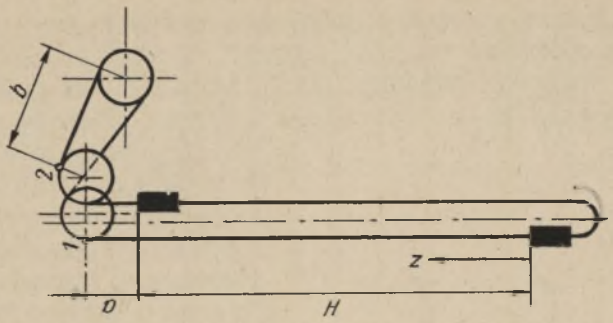
Rys.9. Zmiana kątów zwicia przy przejściu przez koło pędne wg Hermesa i Bruensa

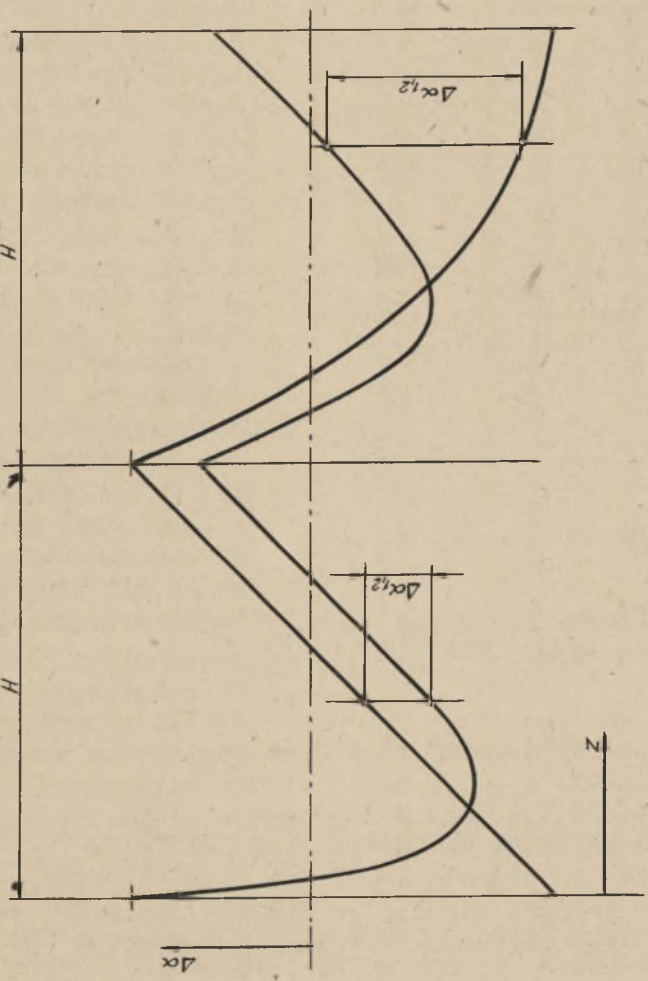
działowym szybie sąsiednim przedziałem i obserwując w ruchu zachowanie się znaków na badanej linie, poruszającej się równolegle z tą samą szybkością. Nadto badał zachowanie się skośnych odcinków lin od kół kierujących do koła pędnego. Wszystkie badania przeprowadzał dla różnych obciążeń liny, a korzystając z wymiany starej liny przeprowadził porównanie zachowania się nowej i starej liny pracujących w jednakowych warunkach pracy. Następnie wyniki obserwacji lin skonfrontowano z osiągniętymi trwałościami wykładzin koła pędnego oraz zużyciem lin i rozmieszczeniem pęknięć drutów. Ogólnie biorąc ten bogaty materiał obserwacyjny dał wyniki zgodne z przewidywaniami opartymi na podanej poprzednio teorii zjawiska kręcenia się liny.



Rys.10. Największe odchyłki kątów zwicia w poszczególnych punktach liny

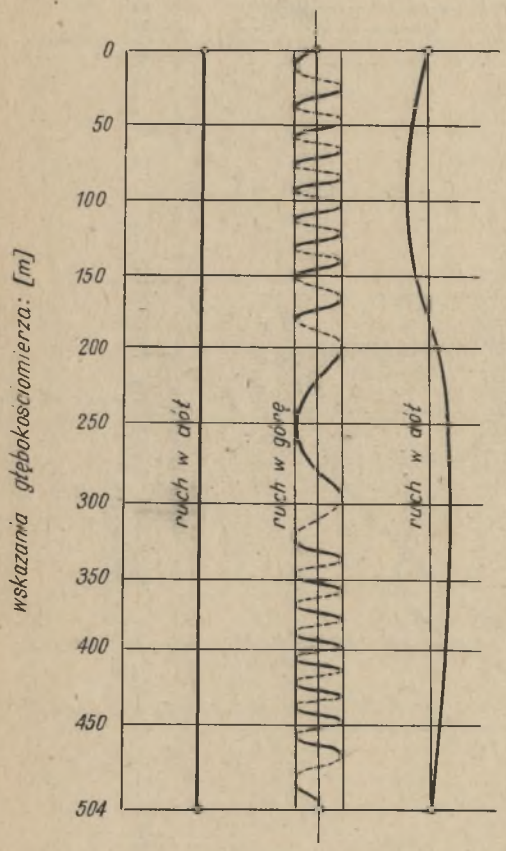
Lina kręciła się bardzo nieznacznie, około 6° na łuku opasania koła pędnego. Na kołach kierujących stwierdzono na jednym obrót o 12°, na drugim o 9°. Wpływ skośnych odcinków lin zaznaczył się wyraźnie. Obroty pod wpływem ciężaru własnego na tych odcinkach dają efekty przeciwne niż na zwisających po drugiej stronie koła kierującego długościach liny.





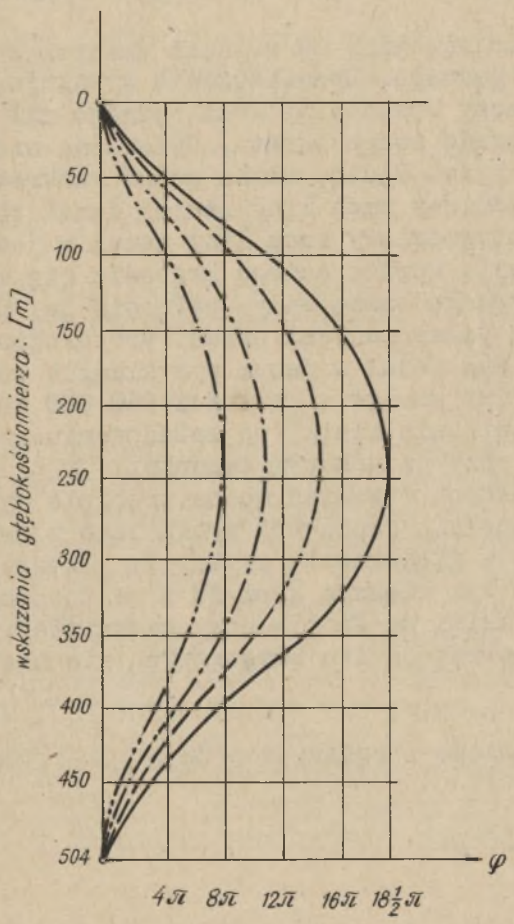
Rys.11. Zmiana kątów zwicia przy przejściu między punktami 1 i 2, wg Hermesa i Bruensa

Przez to jest złagodzona różnica odchyłek kątów zwicia po obu stronach łuku opasania na kole pędnym, a największa różnica występuje na końcach odcinka liny liczonego od punktu nabiegania na pierwsze koło kierujące, poprzez koło pędne, aż do punktu zejścia z z drugiego koła kierującego. Jest to zgodne z podanym przez Hermesa i Bruensa wykresem rys.11. Praca Hermesa i Bruensa nie podaje wpływu obciążenia liny na jej skręcenie się, względnie na stałe C i K. Obserwacje Pluty obejmują i to zagadnienie. Rys.13 przedstawia kąty obrotów przy różnych obciążeniach liny urobkiem i w różnych okresach jej pracy, tj. dla liny nowej i liny starej, która przez rozkręcenie utraciła część swej pierwotnej zwartości. Jak widać, liny silniej wyprężone ciężarem statycznym kręcą się mniej. Podobnie i liny nowe, prawidłowo założone kręcą się mniej niż liny częściowo rozkręcone. Obserwować można także, że po załadowaniu dolnej klatki silniejsze naprężenie liny pod wpływem zwiększonego obciążenia powoduje częściowe odkręcenie się tj. zmniejszenie pierwotnych obrotów w linie luźnej, wywołanych ciężarem własnym. Wielkości K oraz C nie są stałe dla danej liny, ale zmieniają się w ten sposób, że K wzrasta wraz z obciążeniem liny, odwrotnie zaś C maleje. Wobec tego obie te wielkości są zmienne na długości liny przy danym obciążeniu urobkiem, gdyż na-



Rys.12. Obraz kreski znaczonej przy jeździe w górę i w dół

ciąg liny rośnie ku górze pod wpływem ciężaru własnego. Tak więc odchyłki przebiegu wykresu obrotów liny od paraboli są nieuniknione tak z tego powodu jak i z powodu wpływu skośnych odcinków liny przebiegających od kół kierujących do maszyny wyciągowej. Można więc mieć pewne zastrzeżenia co do



Rys.13. Kąty obrotów pod wpływem ciężaru własnego w linie:
—··— nowej, klatka z ładunkiem
—·— " " pusta
----- starej, częściowo rozkręconej, klatka z ładunkiem
——— starej, częściowo rozkręconej, klatka pusta

idealnej zgodności wykresów teoretycznych z wynikami doświadczeń, o której piszą badacze holenderscy. Takiej idealnej zgodności nie potwierdziły wyżej wymienione badania Katedry Maszyn Górniczych, ani też dalsze badania na wielu innych szybach. W dalszym ciągu z badań kręcenia się lin wynika, że największe odchyłki kątów zwicia występują na tej części liny, która w górnym położeniu klatki jeszcze przechodzi przez koła. Ta sama część podlega także zmęczeniu wskutek zginania liny na kołach. Na niej więc koncentrują się największe objawy zmęczenia i największa ilość pękniętych drutów. I tu zachodzi dobra zgodność teorii z wynikami doświadczeń.

Kręcenie się liny ma również związek z trwałością wykładzin koła pędnego. Doświadczenie wykazuje, że nowa lina mniej niszczy wykładziny koła pędnego niż lina stara, która utraciła część swego skrętu. Opierając się na materiałach zebranych przez Plutę, można podać konkretny przykład, gdzie czterotygodniowy ruch liny starej dawał takie samo zużycie, co siedmiotygodniowy ruch liny nowej w jednakowych warunkach eksploatacji. Oprócz samego kręcenia się liny ujawnia się w tym przypadku także wpływ pełzania jej po obwodzie koła, gdyż praca pełzania jest wprost proporcjonalna do modułu E liny. Ten zaś moduł w danym przykładzie po częściowym odkręceniu liny zmalał z wartości 960 000 na około 680 000 kG/cm^2; obniżenie klatki po załadowaniu wzrosło z 260 mm na 370 mm przy jednakowym ładunku.

Z powyższych rozważań można wreszcie wyciągnąć i ten wniosek, że wszelkie trudności wynikające z kręcenia się lin rosną wraz z głębokością szybu. Im głębszy szyb, tym większa potrzeba i tym większa korzyść z zastosowania lin niekręcących się jakimi są liny budowy zamkniętej, albo też nowoczesne konstrukcje lin skrętkowych ale nie kręcących się.

Rękopis złożono w redakcji w dniu 10.IV.1963 r.

LITERATURA

[1] PICHOT: "Cables d'extraction" Revue de l'industrie minerale 1959.

[2] HERMES EN BRUENS: "De Torsiewisselingen in een nietdrallvrije kabel van een Ophaalinstallatie". Geologie en muebouw 1957.

[3] KOWALCZYK, HANKUS, MANIA: "Wpływ zmęczenia materiału na stopień bezpieczeństwa lin wyciągowych". Główny Instytut Górnictwa 1963.

[4] KOWALCZYK, MANIA, SZYMICZEK: "Określenie momentu zerwania liny na podstawie przebiegu narastania pęknięć. Główny Instytut Górnictwa 1960.

КРУЧЕНИЕ КАНАТОВ В СТВОЛАХ ШАХТЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОБСТВЕННОГО ВЕСА

Р е з ю м е

Последствием винтовой укладки элементов каната является отвертывающий момент выступающий при нагрузке каната. Моменты являющиеся результатом действия собственного веса уравновешиваются с реакцией упругости каната при скручивании. Шаг скручивания изменяется, возрастая с низу вверх и уменьшаясь с верху вниз. При движении приводного колеса подымаемый канат не изменяет угла скручивания, опускаемый канат скручивается. Наибольшие изменения углов скручивания выступают в этой части каната, которая в конце подымания еще переходит через колеса. В этой части каната признаки усталости и трещины выступают наиболее интенсивно.

ROPE TWISTING IN SHAFTS UNDER THE DEAD WEIGHT ACTION

S u m m a r y

As effect of helical-like arrangement of elements of a rope, there is an spinback moment when the rope is loaded. Some moments caused by the load are transferred by quides and fundaments. The moments caused by the dead weight of the rope are equilibrited ad by reaction of torsion elasticity of the rope. A pith of spinning changes increasing upward and decreasing dewnward. During of Koepe-pulley movement the winding-up rope doesn't change angles of spinning but the winding-out turn. Most changes of spiral angle are in this part of the rope, wchich is going over Koepe pulley whem hoisting is finished. In this part of the rope the results of fatigue and ruptures are most intensive.