

Alfred Carbogno

Jan Czaja

BADANIA WPŁYWU WYKŁADZIN KÓŁ LINOWYCH NA TRWAŁOŚĆ ZMĘCZENIOWĄ LINY STALOWEJ

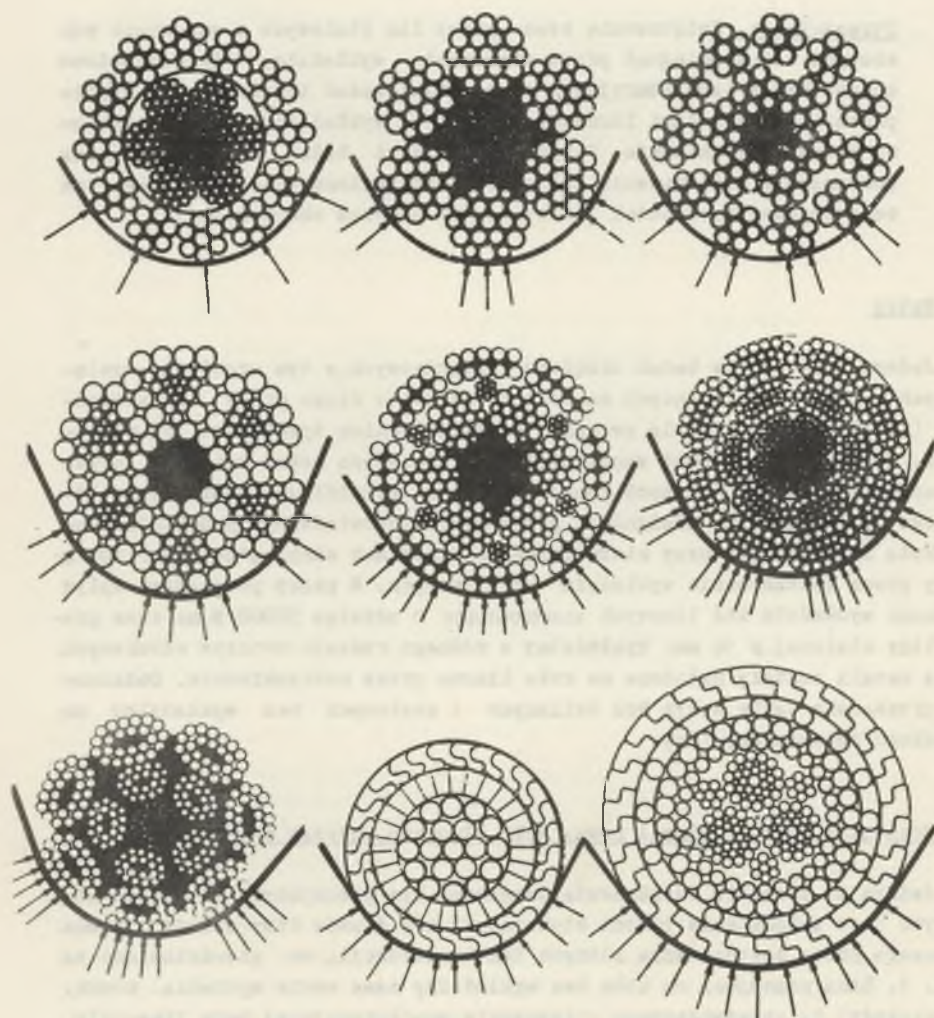
Streszczenie. Zwiększenie czasu pracy lin stalowych w warunkach ruchowych można osiągnąć przez stosowanie wykładzin. Przedstawiono sposób badań laboratoryjnych oraz wyniki badań trwałości lin współpracujących z kołami linowymi, w których wykładzina została nałożona przez natryskiwanie. Przytoczono wyniki badań za granicą oraz porównane z nimi badania krajowe. Przedstawiono wnioski mające na celu poprawę żywotności lin stalowych podczas eksploatacji.

1. Wstęp

Jednym z kierunków badań urządzeń dźwignicowych, w tym urządzeń wyciągowych w górnictwie mających na celu zwiększenie czasu pracy ich elementów (trwałości), są badania związane z przedłużeniem żywotności lin stalowych. Zwiększoną trwałość zmęczeniową lin stalowych można osiągnąć przez stosowanie coraz to lepszych konstrukcji lin, prawidłowy dobór cięgu linowego do danego typu dźwignicy, przez dobór odpowiedniego promienia rowka koła linowego lub przy niezmiennych warunkach eksploatacyjnych dźwignicy przez zastosowanie wykładzin kół linowych. W pracy przebadano wpływ różnych wykładzin kół linowych elektrowciągu o udźwigu 50000 N na czas pracy liny stalowej ϕ 16 mm. Wykładziny z różnego rodzaju tworzyw sztucznych oraz metali zostały nałożone na koła linowe przez natryskiwanie. Dodatkowo przebadano także wpływ kół żeliwnych i stalowych bez wykładziny na trwałość zmęczeniową liny.

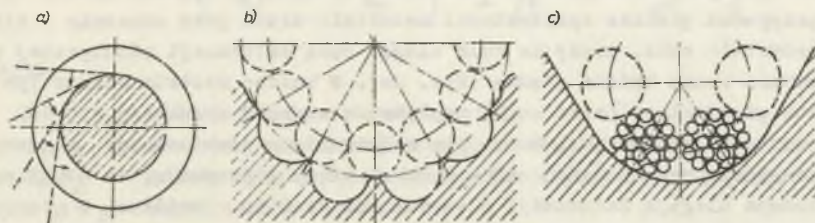
2. Mechanizm zużycia liny i rowka koła linowego podczas eksploatacji

Jednym ze sposobów zwiększenia trwałości lin pracujących na kołach linowych jest zwiększenie ilości stykających się drutów liny z dnem rowka linowego przez zastosowanie różnych ich konstrukcji, co przedstawiono na rys. 1. Lina pracująca na kole bez wykładziny sama sobie wyślabia rowki, co prowadzi do przedwczesnego zniszczenia współpracującej pary lina-koło. Jeżeli zagłębi się ona w materiał rowka koła na dostateczną głębokość, to podczas przeginania na nim zajmuje ona kolejne położenia - rys. 2a - (lina przerywana) i przemieszcza się względem ścianek rowka, kierowana po-



Rys. 1. Ułożenie lin różnych konstrukcji. w rowku koła linowego

wstałymi wyźłobieniami w nim, jak zaznaczono to strzałkami na rys. 2a. W wyniku dewiacji liny na bębnie linowym jej przemieszczenie jest związane z dodatkowym tarcieniem liny o boki rowka koła linowego, co powoduje wzrost zużycia powierzchni drutów będących na styku z nim.



Rys. 2. Schematyczne przedstawienie:

- a) przemieszczenia liny względem rowka, b) zużycie powierzchni obwodu koła, c) zniekształcenia drutów liny stykającej się z kołem

Proces wzajemnego zużycia liny i rowka koła jest bardzo złożony i nie można go tłumaczyć tylko wzajemnym tarcieniem. Lina styka się z powierzchnią rowka oddzielnymi drutami i w miejscach styku powstają znaczne naprężenia stykowe. W skrajności możliwe są trzy przypadki:

- moduł sprężystości materiału drutów w lince jest większy od modułu sprężystości materiału rowka koła linowego,
- moduły sprężystości obu materiałów są sobie równe,
- moduł sprężystości materiału drutu jest mniejszy od modułu sprężystości materiału koła.

W trakcie produkcji podczas ciągnięcia drutu jego powierzchnia utwardza się, natomiast powierzchnia rowków lanych kół żeliwnych i stalowych nie jest poddawana jakiegokolwiek obróbce mechanicznej wtedy mamy do czynienia z przypadkiem "a". Druty w lince podlegają deformacji sprężystej a obwód koła deformacji sprężystoplastycznej. Przy obracaniu się koła na powierzchni rowków powstają wyźłobienia (rys. 2b). Uwzględniając fakt, że skoki zwicia splotów w lince na jej długości nie są jednakowe, to po obrocie koła druty nowego przekroju liny nachodzące na nie nie układają się w poprzednio powstałych wyźłobieniach, lecz zajmują położenie na przejściach między nimi (linia przerywana - rys. 2b) niszcząc je, przez co druty narażone są na wysokie naprężenia stykowe większe niż te, jakie powstałyby przy układaniu przewijającej się liny na nieuszkodzonej powierzchni rowka koła linowego. W rozpatrywanym przypadku rowki tego koła podlegają nieustannie takiemu działaniu w czasie pracy dźwigniocy i lina powoli je niszczy, sama ulegając zwiększonemu zużyciu. Jeżeli moduły sprężystości materiałów drutów liny i rowka koła linowego są sobie równe, to mogą nie występować ślady zużycia na obu współpracujących materiałach. W przypadku jeżeli naprężenia stykowe nieznacznie przewyższają granicę wytrzymałości zmęczeniowej materiału rowka koła, może ono pracować długi czas bez śla-

dów wyłobień (wytarcia). Jeżeli granica wytrzymałości zmęczeniowej drutów liny jest niższa od granicy wytrzymałości zmęczeniowej materiału koła, to liny w opisanych warunkach są niewiele mniej trwałe podczas eksploatacji w porównaniu z ich pracą na kołach wykonanych ze stali o niskiej granicy sprężystości. Najbardziej pożądaną zależnością pomiędzy granicami sprężystości materiałów drutu i koła byłby przypadek trzeci c). W tym przypadku granica sprężystości materiału drutu jest znacznie niższa niż materiału koła, druty na kole ulegać będą deformacji plastycznej a powierzchnia rowka będzie gładka (rys. 2c). W bardzo krótkim czasie (po kilkunastu przejściach przez koło) naprężenia stykowe sprowadzą się do takiej wartości minimalnej, która nie będzie miała praktycznego znaczenia. W literaturze zagranicznej można spotkać się z informacją, że druty na kole linowym ulegają deformacji plastycznej. Jest to możliwe w przypadku kiedy druty wykonane są z materiału o wytrzymałości na rozciąganie $R_m = 1500 \div 1600 \text{ MN/m}^2$.

3. Naciski pomiędzy lina a kołem linowym

Elementy maszyn pracujące w warunkach tarcia w stanie obciążonym ulegają szybkiemu zużyciu. Przykładem jest tu praca drutów w linie stalowej, które podczas jej eksploatacji poddawane są działaniu naprężeń rozciągających, skręcających, zginających, stykowych nacisków promieniowych na kole linowym (zgniotów) oraz działaniu występujących między nimi sił tarcia. W pracy wykładzin kół linowych, podobnie jak w pracy wszystkich współpracujących z liną stalową elementów, wyznaczenie nacisków występujących w punktach styku liny z rowkiem koła (wykładziny) jest zagadnieniem złożonym. Bez trudności można natomiast wyznaczyć wartość nacisku średniego, zakładając, że powierzchnia styku liny z rowkiem (wykładziną) jest równa rzutowi liny na ten rowek. Nie uwzględnia się wtedy zmiany nacisku wzdłuż obwodu liny, konstrukcji liny oraz materiału wykładzin, jednak ze względu na kształt takiego obciążenia stanowi ono dotychczas podstawę do określenia obciążenia kół linowych. Podczas pracy liny na kole przejmuje ono obciążenia od naciągu drutów w linie, stykających się z nim. Zakładamy, że:

- 1) drut liny opasujący koło przyjmuje krzywiznę jego obwodu,
- 2) w wyniku małej krzywizny koła przy rozwiązywaniu zagadnienia naprężeń stykowych można wykorzystywać teorię Hertza - Bielajewa odnoszącą się do przypadku stykającej się pary cylindrycznej ciał o osiach równoległych.

W wyniku pierwszego założenia punktowy styk pomiędzy drutami liny a obwodem koła przechodzi w liniowy. Prowadzi to do otrzymania wzorów dających wartości naprężeń stykowych mniejsze niż w rzeczywistości. Jednak naprężenia te przekraczają wartości dopuszczalne, powodując zużycie dna rowka koła lub wykładziny. Zgodnie z drugim założeniem, wielkość zbliżenia

środków dwóch cylindrycznych ciał w wyniku zgniotu promieniowego z powodu ich sprężystej deformacji przy eliptycznym przebiegu ruchu można określić ze wzorów Bielajewa [4]:

$$\delta = \left[\frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \right] \cdot \frac{P}{\pi} \left[\frac{2}{3} + \ln \frac{4 d_1 \cdot D_2}{b^2} \right] \quad (1)$$

gdzie:

- P - siła ściskająca na styku ciał,
- d_1, D_2 - średnice stykającej się pary ciał (druć-koło),
- E_1, E_2 - moduły sprężystości materiałów stykającej się pary,
- ν_1, ν_2 - współczynnik Poissona,
- b - szerokość płaszczyzny styku.

Wartość "b" obliczyć można ze wzoru:

$$b = 1,6 \sqrt{P \cdot \frac{D_2 \cdot d_1}{D_2 - d_1} \cdot \left[\frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \right]} \quad (2)$$

Po przekształceniach maksymalne odkształcenia stykowe określa wzór:

$$\sigma_{\max} = 0,798 \sqrt{\frac{P \cdot \frac{D_2 - d_1}{D_2 \cdot d_1}}{\frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2}}} \quad (3)$$

Z powyższego wzoru przy znanej wartości nacisków pomiędzy drutami a kołem "P", obliczyć można naprężenia stykowe w tych miejscach. Wyrażenie, za pomocą którego obliczamy naciski stykowe dla układu lina stalowa - koło dla celów praktycznych, można przedstawić jako wzór [3]:

$$\sigma_{\max} = 0,7 \sqrt{\frac{S}{R \cdot m \cdot r \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)}} \quad (4)$$

Jeżeli wzór (5) przedstawimy jako iloczyn, z którego jeden człon zależy od S, R, m, r a drugi tylko od wartości modułu sprężystości współpracujących materiałów E_1 i E_2 , to otrzymamy:

$$\sigma_{\max} = 0,7 \sqrt{\frac{S}{R \cdot m \cdot r}} \cdot \sqrt{\frac{E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}} \quad (5)$$

gdzie:

- S - naciąg w linie,

Tablica 1

Materiały stosowane na wykładziny 161 liniowych wg danych zagranicznych i krajowych

| lp. | Materiał | Sposób wykonania wykładziny | Moduł sprężystości wykładziny $E_{\text{mod}}, \text{MN/m}^2$ $\times 10^3$ | $10^3 \times \sqrt{\frac{E_1 + E_2}{E_1 + E_2}}$ $\times \left(\frac{\text{MN}}{\text{m}^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ | Nazwa handlowa, kraj |
|-----|---------------------------------------|--|---|--|---|
| 1 | polietylen ND | odlewany pod ciśnieniem | 0,7 | 26,45 | ZSRR |
| 2 | polietylen wysokiej gęstości | - | 1 | 31,6 | Oxolit (W. Ore) |
| 3 | polietylen średniej gęstości | - | 0,27 | 16,4 | - |
| 4 | polipropylen | odlewany pod ciśnieniem | 1,1 | 33,2 | - |
| 5 | teflon - 3 | tloczony | 1,25 | 35,4 | ZSRP |
| 6 | poliamid AK-7 | odlewany pod ciśnieniem | 1,5 | 38,7 | ZSRR |
| 7 | poliamid 6 | - | 1,45 2,75 | 38,1 52,1 | Nylon 6, Durathan BK, Tarnamid TiW, Polon, WKL-P1, Wanyl-P, Ultraamid KR, biał poliamidowy |
| 8 | poliamid 11 | - | 2,0 | 44,5 | Kilsan |
| 9 | poliamid F-68 | odlewany pod ciśnieniem | 2,3 | 47,7 | ZSRR |
| 10 | kapron wtórny | odlewany pod ciśnieniem | 1,9 | 43,4 | ZSRR |
| 11 | poliuretan | - | 1,75 | 41,7 | Durethan U ₁ i U ₅₀ (Bayer) Westoflex [®] (Can. Westinghaus) |
| 12 | poliwęglan | - | 2,25 | 47,15 | Maelon (Polska) - Britan |
| 13 | poliwęglan | odlewany pod ciśnieniem | 2,6 | 50,7 | ZSRR |
| 14 | poliizocyanid | tloczony z odkształceniem w formie | 2,8 | 52,5 | |
| 15 | polichlorek winylu twardy | - | 2,75 | 52,0 | |
| 16 | polichlorek winylu miękkiego | - | 0,8 | 28,3 | częściowo WKK-1, WKK-2 |
| 17 | poliester + 60% tkaniny szklanej | - | 14 | 114,5 | |
| 18 | żywica epoksydowa + 60% mączki kwarcu | - | 13 | 113,1 | |
| 19 | tekstolit | tloczony na wkładki lub wycięty z płyt | 5 | 69,4 | ZSRR |
| 20 | żywica fenolowa + satyna tkanina | - | 9 | 93 | Beconit Tekstolit (Polska) |
| 21 | materiał DSP | wycięty z płyt | 30 | 164,1 | ZSRR |
| 22 | aluminium - stop | wył. zalewana na kole | 70 | 229,4 | |
| 23 | żeliwo szare | koła w całości | 110 | 278,0 | |
| 24 | stal konstrukcyjna węglowa | koła w całości | 210 | 324,0 | |

- r - promień przekroju drutu liny,
 R - promień koła linowego,
 m - liczba stykających się drutów liny na odcinku styku spłotów z kołem.

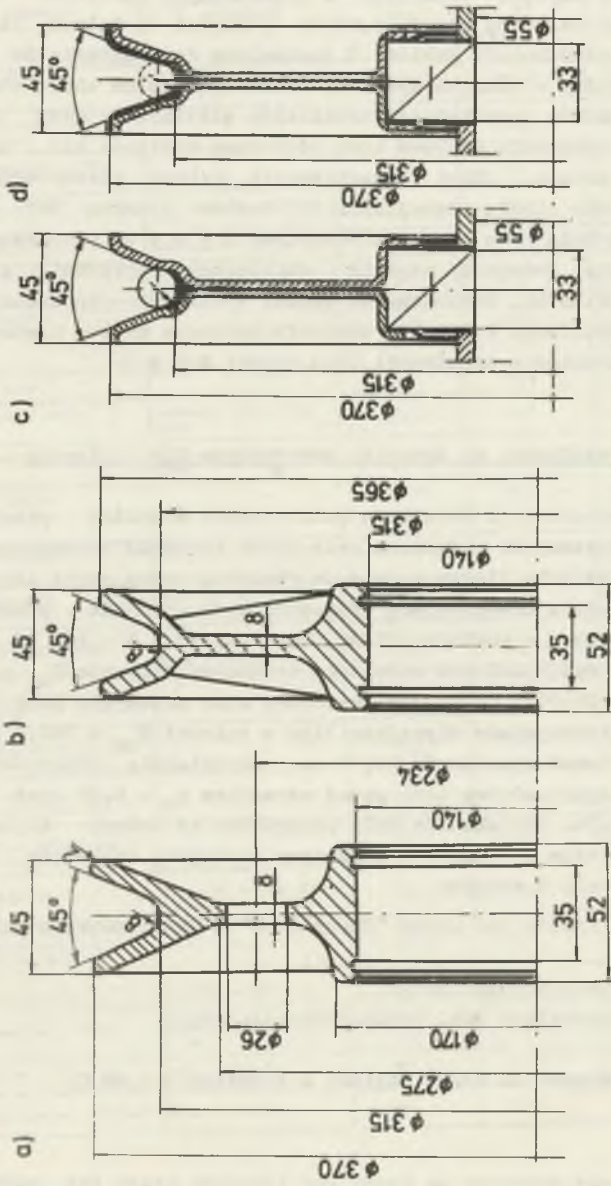
W celu obniżenia naprężeń stykowych w zewnętrznych warstwach drutów liny, aby zwiększyć czas jej pracy, zaczęto stosować w kołach linowych różnego rodzaju wykładziny. W tablicy 1 zestawiono dane materiałów stosowanych na wykładziny w różnych krajach. Analizując człon wzoru (5) zależący tylko od modułów sprężystości materiałów widzimy, że przy wykładzinach miękkich naprężenia stykowe będą 6÷10 razy mniejsze niż w przypadku koła bez wykładzin. Przy rozpatrywaniu członu pierwszego, tj. $0,7\sqrt{\frac{S}{R \cdot m \cdot r}}$, w którym liczba stykających się drutów z kołem "m" zależy także od materiału koła (dla pary stal-tworzywo $m = 4 \div 6$, pary stal-stal $m = 1 \div 2$), występuje dodatkowy czynnik obniżający naprężenia stykowe przy stosowaniu wykładzin. Zastosowanie jednak wykładzin na kołach nie chroni liny od szkodliwego działania zanieczyszczonego smaru, dlatego w praktyce efekt zwiększenia żywotności liny wynosi 2,5 ÷ 3.

4. Badania wpływu wykładzin na trwałość zmęczeniowa lin stalowych

W Instytucie Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej przeprowadzono badania laboratoryjne mające na celu wybór najodpowiedniejszego materiału wykładzin na koła linowe, w celu zwiększenia czasu pracy lin podczas ich eksploatacji w urządzeniach transportowych. Badania przeprowadzono dla liny stalowej o średnicy 16 mm, konstrukcji - S - 6 x 19 + A₀, Z/s - n - II - g o wytrzymałości materiału drutów na zrywanie $R_m = 1600 \text{ MN/m}^2$ według normy PN-70/M 80222. Obliczeniowa siła zrywająca linę wynosiła $P_0 = 168 \text{ kN}$, rzeczywista zrywająca linę w całości $P_{rz} = 142,8 \text{ kN}$, naciąg liny podczas badań wynosił 25 kN, co odpowiadało obliczeniowemu współczynnikowi bezpieczeństwa liny przed zerwaniem $n_0 = 6,72$ oraz rzeczywistemu $n_{rz} = 5,76$. Odcinki lin były przeginane na kołach żeliwnych, stalowych (rys. 3) oraz na kołach z siedmioma rodzajami wykładzin z tworzyw sztucznych, metali i stopów:

- mieszaniny poliamidu pod nazwą "Tarnamid P" z dwusiarczkiem molibdeny,
- polietylenu wysokociśnieniowego,
- poliamidu gorzowskiego tzw. drobnokrystalicznego,
- aluminium,
- mieszaniny mosiądzu ze stałą węglową o zawartości 0,8% C,
- stali NMV,
- stali NC6.

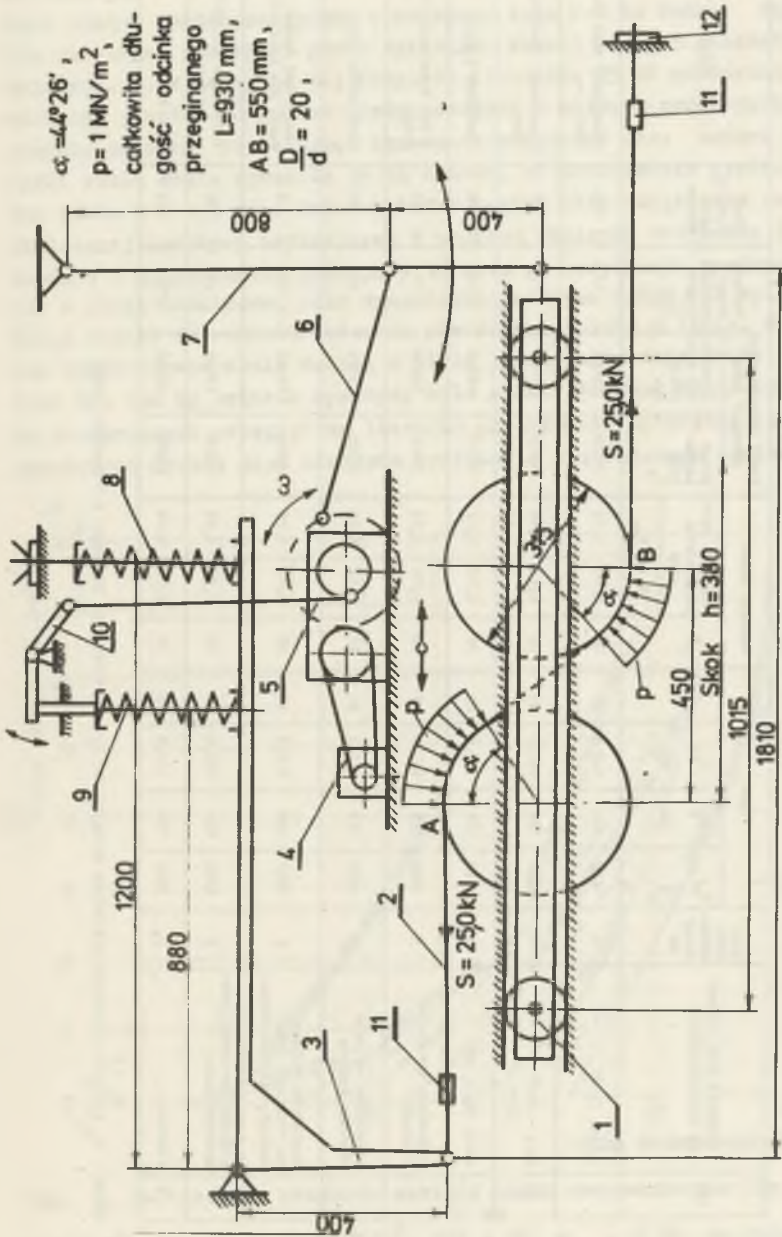
Wykładziny te zostały nałożone na rowki kół linowych przez ich natryskiwanie w stanie płynnym. Koła linowe były wykonane w oparciu o całkowicie nową technologię w kraju, zaproponowaną przez BZUT w Bytomiu. Składały się



Rys. 3. Badane koła linowe:

odlewane bez wykładziny: a) z żeliwa Ż1 - 25, b) ze stali St - 3

stalowe spawane z dwóch tłoczonych połówek z wykładziną nałożoną przez natryskiwanie: c) wg projektu, d) po nałożeniu wykładziny użytej do badań



Rys. 4. Schemat kinematyczny maszyny typu P-2 użytej do badań zmęczenia lin przez przeginięcie

1 - wózek zginający, 2 - lina, 3 - dźwignia trójkątna, 4 - silnik, 5 - przekładnia, 6 - łącznik, 7 - wałeczek, 8 - sprężyna napinająca, 9 - sprężyna pulsująca, 10 - urządzenie pulsujące, 11 - uchwyty, 12 - śruba napinająca

Tabela 2

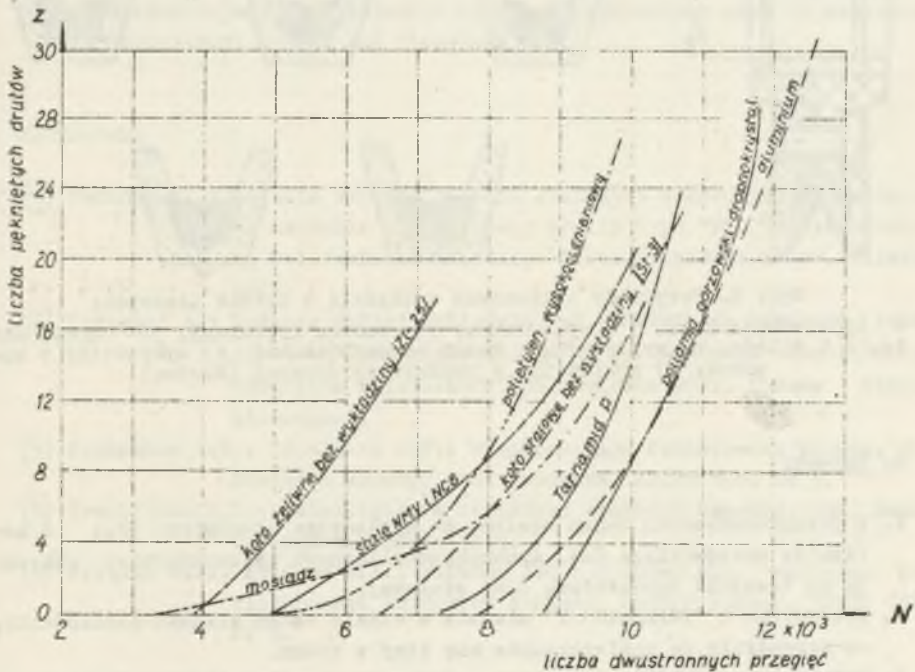
Wartości średnie wyników badań wpływu wykładzin wykonywanych na koda linowe na trwałość zmieszaniowa liny
o średnicy Φ 15 mm 3-6 x 19 + 1.

| Lp. | Materiał koda linowego lub wykładziny | Ciepłota wilgotności wilgotności wilgotności wilgotności | Ciężar | | | Ciężar | | | Ciężar | | | Ciężar | Ciężar | Ciężar | Ciężar | Ciężar | Ciężar | Ciężar |
|-----|--|--|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------|--------|---|--------|---|--------|---|
| | | | Ciężar | | | Ciężar | | | Ciężar | | | | | | | | | |
| | | | $\frac{W_0}{S}$ | $\frac{W_{12h}}{S}$ | $\frac{W_{24h}}{S}$ | $\frac{W_0}{S}$ | $\frac{W_{12h}}{S}$ | $\frac{W_{24h}}{S}$ | $\frac{W_0}{S}$ | $\frac{W_{12h}}{S}$ | $\frac{W_{24h}}{S}$ | | | | | | | |
| 1 | beton 11-20 | - | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 7300 | 9150 | 12 | 18 | niemniejszy ślad drutów liny | 18 | niemniejszy ślad drutów liny | 18 | niemniejszy ślad drutów liny |
| 2 | stal - 24-3 | - | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 10750 | 17750 | 13 | 23 | niemniejszy ślad drutów liny | 23 | niemniejszy ślad drutów liny | 23 | niemniejszy ślad drutów liny |
| 3 | stale HT 1.106 | 2,5 | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 10500 | 10300 | 12 | 20 | śląd liny drutów | 20 | śląd liny drutów | 20 | śląd liny drutów |
| 4 | polietylen wyrobiony z siarkowodoru | 3 | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 9000 | 10000 | 11 | 18 | śląd karambita nie wykładziny | 18 | śląd karambita nie wykładziny | 18 | śląd karambita nie wykładziny |
| 5 | siarcianka miedzi ze stali węglowej | 3 | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 10200 | 10500 | 14 | 18 | śląd drutów liny | 18 | śląd drutów liny | 18 | śląd drutów liny |
| 6 | siarcianek polimeru Pt, uranid Pt, siarcianek polimeru | 3 | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 10700 | 11300 | 12 | 24 | nie ma ślad drutów, widoczne ślady wykładziny | 24 | nie ma ślad drutów, widoczne ślady wykładziny | 24 | nie ma ślad drutów, widoczne ślady wykładziny |
| 7 | polianid kopreski drób-kostrykalcowy | 3 | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 11800 | 12100 | 18 | 29 | karambita nie wykładziny | 29 | karambita nie wykładziny | 29 | karambita nie wykładziny |
| 8 | aluminium | 3 | 1600 | 168 | 142,8 | 85 | 20 | 6,72 | 5,76 | 10600 | 13300 | 13 | 37 | śląd drutów liny | 37 | śląd drutów liny | 37 | śląd drutów liny |

Uwaga: $\frac{W_0 + W_{12h} + W_{24h}}{3}$ - średnia podziowa przegranska, $\frac{W_0}{S}$ - średnia koda linowego, Φ - średnica liny.

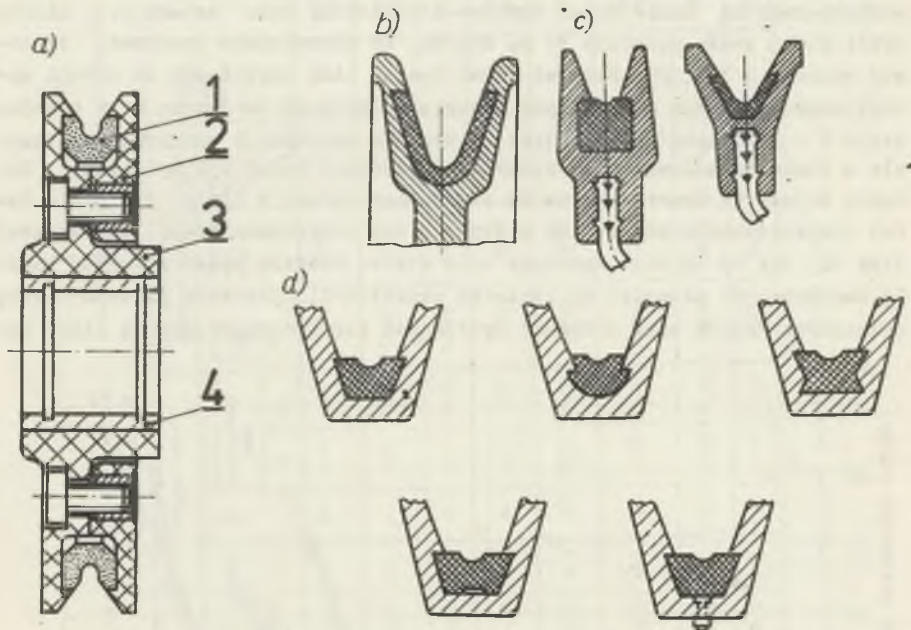
z dwóch wytłoczonych połówek przez matrycę, zespawanych z sobą. Natryskiwanie wykładzin okazało się jednak zbyt trudne, aby osiągnąć zaprojektowany profil rowka na rys. 3c; w praktyce osiągnięto profil przedstawiony na rys. 3d.

Koła linowe zakładano parami w maszynie typu P-2 do badań zmęczeniowych lin stalowych w całości przez zginanie, której schemat kinematyczny obrazuje rys. 4. W maszynie tej rozpięta lina siłą 25 kN poddawana była dwustronnym gięciom na kółkach ułożyskowanych w wózku 1 wykonującym ruch posuwisto-zwrotny przez napęd korbowo-mimośrodkowy oraz wahacz 7. Liczba cykli ruchu wózka wynosiła 34 na minutę, co odpowiadało prędkości liniowej wózka $v = 1,3$ m/s. Podczas badań naciąg liny uzyskiwano za pomocą wykalibrowanej sprężyny napinającej 8 poprzez dźwignię trójkątną 3 o przełożeniu 1 - 3. Mechanizm pulsujący 10 wraz ze sprężyną 9, powodujący powstawanie w linie dodatkowej siły dynamicznej, podczas badań był wyłączony. Badania trwały do momentu zerwania pierwszego splotu w linie. W trakcie badań kontrolowano stały naciąg w linie przez dokręcanie śruby napinającej linię 12, tak by ugięcie sprężyny było stałe. Podczas badań notowano liczbę dwustronnych przegięć na liczniku przekładni, optycznie liczono liczbę pękniętych drutów oraz mierzono wydłużanie się badanego odcinka liny. Ba-



Rys. 5. Zestawienie średnich wyników badań zmęczeniowych lin o średnicy 16 mm
 $S, 6 \times 19 + A_0$, $R_m = 1600 \text{ MN/m}^2$, $D/d = 20$, $n_{zg} = 5,76$ na kółkach linowych gołych i z różnymi wykładzinami

dano po dwie próby dla każdego rodzaju wykładzin. Wartości średnie wyników do zerwania liny zestawiono w tablicy 2 oraz graficznie przedstawiono na rys. 5. Z badań wynika, że korzystne jest stosowanie wykładziny aluminiowej oraz z poliamidu gorzowskiego. W trakcie badań mierzono także temperatury nagrzewania się liny i kół. Ogólnie badania prowadzone były w zastrzonych reżimach pracy w stosunku do ich eksploatacji w rzeczywistości [1,2]. Wyniki badań charakteryzowały się znacznym rozrzutem. Różne sposoby zakładania oraz profile wykładzin przedstawia rys. 6.



Rys. 6. Przykłady zastosowań wykładzin w kołach linowych:

a) konstrukcja koła: 1 - wykładzina, 2 - tarcza nakładana, 3 - tarcza stała, 4 - tuleja, b) wykładzina z taśmy przenośnikowej, c) wykładziny z kaoprону, d) wykładziny z tworzyw sztucznych (Kautex)

6. Wnioski

1. Z przeprowadzonych badań wynika, że wykładzina aluminiowa oraz z poliamidu gorzowskiego tzw. drobnokrystalicznego najkorzystniej wpływają na trwałość zmęczeniową liny stalowej.
2. Wykładzina z "Tarnamidu P" ulegała w czasie badań silnemu wiórkowaniu, co prowadziło do zakleszczania się liny w rowku.
3. Pozostałe wykładziny z tworzyw sztucznych ulegały silnemu łuszczeniu, w wyniku czego wykładziny miały niską żywotność.
4. Z dodatkowo przeprowadzonych pomiarów nagrzewania się lin i kół podczas badań wynika, że temperatury nagrzewania się lin były zawsze wyższe od

temperatury nagrzewania się kół, szczególnie wyraźnie wystąpiło to przy kołach z wykładzinami z tworzyw sztucznych. Tworzywa sztuczne posiadając mniejszą przewodność cieplną powodowały silniejsze nagrzewanie się liny.

5. Należy przypuszczać, że trwałość zmęczeniowa badanych odcinków liny znacznie wzrosła, gdy wykładzina została nałożona na koło zgodnie z rys. 3c. Jednak w wyniku przyjętego sposobu nakładania wykładzin przez natryskiwanie zmieniono profile rowków kół linowych (rys. 3d), co prowadziło do tego, że lina stykała się mocniej z bokami rowków niż z ich dnem, ulegając dodatkowo ścisnieniu podczas badań.
6. Należy przypuszczać, że trwałość zmęczeniowa liny wzrosła przez zastosowanie większej grubości wykładzin nałożonych zgodnie z rys. 3c do około 8 mm.
7. Z badań wynika, że stosowanie wykładzin w kołach linowych korzystnie wpływa na żywotność liny, która zależna jest od rodzaju wykładziny, jej grubości i sposobu nałożenia. Żywotność liny przy stosowaniu wykładzin wzrasta około 2-4-krotnie.
8. Otrzymane pozytywne wyniki badań współpracy liny z kołami linowymi z wykładziną stwarzają przesłanki do dalszej szerszej ich kontynuacji celem wyboru najodpowiedniejszego materiału wykładziny oraz do poprawienia konstrukcji samych kół linowych.

LITERATURA

- [1] Carbogno A.: Badania zmęczeniowe lin stalowych o średnicy 10 do 25 mm na maszynie zmęczeniowej do lin typu "P". Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Górnictwo z. 44. Gliwice 1971.
- [2] Carbogno A.: Badania wpływu wykładzin kół linowych na trwałość zmęczeniową liny stalowej $d = 16$ mm. Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śl. Gliwice 1972. (praca niepublikowana).
- [3] Czukmasow S.F., Ziemlakow J.P.: Plastikowaja futierowska blokow. Sb. Stalnyje kanaty. Izd. Technika. Kijów 1966 Nr 3.
- [4] Kowaljenko N.I.: Uwieliczenie stoikosti stalnych kanatow. Izd. Metallurgizdat. Moskwa 1964.
- [5] Ksiunin G.P., Korobow I.A., Filatow I.G.: O materiale opornych powierzchni koprowych szkiwow. Gornyj Żurnal. IZWUZ 1968 Nr 9.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУТЕРОВКИ ПРОВОЛОЧНО-КАНАТНОГО ШКИВА
НА СРОК СЛУЖБЫ СТАЛЬНОГО КАНАТА

Р е з ю м е

Увеличение срока службы стальных канатов в условиях движения можно достичь путём применения футеровки. В статье показан способ лабораторных исследований и результаты испытаний прочности канатов, работающих вместе с проволочно-канатным шкивом, на который футеровка наносилась через разбрызгиватель. Поданы и сопоставлены результаты отечественных и зарубежных исследований в этой области. Представлены выводы, цель которых - продлить срок службы стальных канатов при эксплуатации их.

INVESTIGATIONS ON THE INFLUENCE OF ROPES WHEEL LININGS UPON
THE FATIGUE DURABILITY OF A STEEL ROPE

S u m m a r y

Longer work time of steel ropes work can be obtained by application of linings.

The results of laboratory investigations, as well as the results of cables durability working with the rope wheels, in which the lining was laid by spraying have been presented.

The results of investigations conducted abroad were given and they were compared with those made in our country.

The conclusions, the aim of which was to improve, the durability of steel ropes during working have been given too.