



PUBLIKACJA INFORMACYJNA 10/I

WYTYCZNE OCENY STANU LIN STALOWYCH DLA URZĄDZEŃ DŹWIGNICOWYCH

styczeń
2022

Publikacje I (Informacyjne) wydawane przez Polski Rejestr Statków S.A.
mają charakter instrukcji lub wyjaśnień przydatnych przy stosowaniu
Przepisów PRS

GDAŃSK

Publikacja Informacyjna Nr 10/I – Wytyczne oceny stanu lin stalowych dla urządzeń dźwignicowych – styczeń 2022 została zaakceptowana przez Dyrektora Okrętowego Polskiego Rejestru Statków S.A. w dniu 21 stycznia 2022 r..

Niniejsza *Publikacja Informacyjna* zastępuje *Publikację Informacyjną Nr 10/I – Wytyczne oceny stanu lin stalowych dla urządzeń dźwignicowych – 2016*.

© Copyright by Polish Register of Shipping*, 2022

SPIS TREŚCI

	Str.
1 Wstęp	5
2 Miejsca badania liny	5
2.1 Badanie ogólne.....	5
2.2 Badanie szczegółowe	5
2.3 Badania końcówek linowych	6
3 kryteria oceny zużycia lin stalowych	6
3.1 Liczba pękniętych drutów w linie	7
3.2 Pęknięcia drutów przy końcówkach linowych.....	8
3.3 Miejscowe zgrupowanie pękniętych drutów	8
3.4 Szybkość zwiększania się liczby pękniętych drutów	8
3.5 Zerwanie splotki.....	8
3.6 Zmniejszenie średnicy liny wskutek zniszczenia rdzenia	8
3.7 Zmniejszenie sprężystości liny	8
3.8 Starcie zewnętrzne i wewnętrzne	9
3.9 Korozja zewnętrzna i wewnętrzna	9
3.10 Deformacja liny	10
3.11 Uszkodzenie spowodowane promieniowaniem cieplnym lub łukiem elektrycznym.....	11
Załącznik 1 Miejsca badania uszkodzeń w układzie linowym	12
Załącznik 2 Wewnętrzne badania lin	13
Załącznik 3 Karta badania liny	15
Załącznik 4 Przykłady typowych uszkodzeń w linach	16

1 WSTĘP

W urządzeniach dźwignicowych lina stalowa powinna być traktowana jako element podlegający zużyciu, który jednak powinien być wycofany z użytkowania jeszcze przed całkowitą utratą zapasu bezpieczeństwa. Żywotność liny uzależniona jest od natężenia pracy dźwignicy, od jej stanu technicznego i sposobu użytkowania oraz od środowiskowych warunków pracy.

Bezpieczeństwo prac przeładunkowych może być zapewnione przez okresowe badania lin, aby w porę podejmowane były decyzje dotyczące ich wymiany. W badaniach lin stosuje się niezależnie od warunków eksploatacji kryteria zużycia, uwzględniające liczbę zerwanych drutów, ścieranie, korozję i zniekształcenie liny.

W niniejszej *Publikacji* omówiono wymienione kryteria, których celem jest sprawdzenie w linach eksploatowanych ich zapasu bezpieczeństwa i wyznaczenie minimum, po którego przekroczeniu lina powinna być wycofana. Nieuwierność rozpoznania tych stanów zagraża bezpieczeństwu użytkowników urządzeń dźwignicowych.

Podane tu zasady mogą mieć również odpowiednie zastosowanie do lin stalowych użytkowanych w urządzeniach innych niż dźwignicowe, lecz o podobnym charakterze pracy

Nowe wydanie *Publikacji 10/I* jest oparte o normy:

- PN-EN 12385 – Liny stalowe – Bezpieczeństwo – Część 1: Wymagania ogólne 2008/2009.
- PN EN 12385 – 2 Liny stalowe – Bezpieczeństwo – Część 2: Definicje, oznaczenie i klasyfikacja
- PN EN 12385 – Liny stalowe – Bezpieczeństwo – Część 3: Informacje dotyczące stosowania i konserwacji PN-EN 12385-3:2021-05 :
- PN EN 12385 – 4 Liny stalowe – Bezpieczeństwo – Część 4: Liny splotkowe dla dźwignic;
- ISO 4309: 2010 – Cranes – Wire ropes – Care and maintenance, inspection and discard;

oraz raporty:

- HSE OTH 341 – Wire rope offshore – review of wire rope endurance research affecting offshore applications;
- HSE OTO 2000 064 – Wire rope Non-Destructive Testing – Survey of Instrument Manufactures

2 MIEJSCA BADANIA LINY

2.1 Badanie ogólne

Linę należy badać na całej długości, zwracając szczególną uwagę na następujące miejsca:

- odcinki przy końcówkach lin – zarówno przewijających się, jak i stałych (sztagów, profendrów, wantów)
- odcinki lin przewijające się w stanie obciążenia przez bloki lub krążki (patrz Załącznik 1);
- odcinki lin opasujące krążek wyrównawczy;
- odcinki narażone na ścieranie przez kontakt z elementami zewnętrznymi (np. zrębica luku);
- odcinki szczególnie narażone na korozję i zmęczenie (patrz Załącznik 2);

Użytkownik powinien prowadzić *Kartę badania liny* i dokonywać w niej zapisów dotyczących wyników badań (przykład takiej *Karty* – patrz Załącznik 3).

2.2 Badanie szczegółowe

Do szczegółowej oceny stanu technicznego lin w celu wykrycia niewidocznych uszkodzeń lub zmian korozyjnych możliwe jest także wykorzystanie technik NDT zdolnych do wykrywania wewnętrznych uszkodzeń w linie (np. pękniętych drutów), do których najczęściej stosowaną jest elektromagnetyczna metoda wykrywania uszkodzeń – MRT.

Magnetyczne metody badania (Magneto-Inductive Rope Testing - MRT) polega na wytworzeniu silnego pola magnetycznego działającego na materiał konstrukcyjny liny w celu jej namagnesowania do pełnej saturacji (> 1.9 Tesla), pomiarze pola magnetycznego i jego zmian oraz na przetworzeniu zebranych informacji w użyteczną formę. Badanie jest realizowane z prędkością do 4 m/s a wyniki mogą być na bieżąco wizualizowane, dokumentowane oraz analizowane zgodnie z wymaganiami dla danego nadzoru.

Uszkodzenia wewnątrz liny powodują rozproszenie pola magnetycznego co jest mierzone dla całej lub dla wybranych fragmentów liny. Metoda ta pozwala na wykrywanie szeregu uszkodzeń na wczesnym etapie ich powstania i propagacji np.:

- zewnętrzne i wewnętrzne pęknięcia drutów/internal and external broken wires
- korozję wewnętrzną i zewnętrzną/internal and external corrosion
- zgniecenia/clamping points
- bruzdy-wyżłobienia/grooves
- karby/notches
- zmiany strukturalne/structural changes

Metoda pozwala na wykrycie, ocenę i monitorowanie stanu liny konstrukcji liny zarówno o małej jak i dużej jak i małej średnicy np. od 4 do 140 mm. Metodyka oceny polega na jednoczesnym przeprowadzeniu oceny wizualnej i jest stosowana do bieżącej oceny stanu technicznego liny w celu jej bezpiecznej eksploatacji. Badanie metodami MRT pozwala także na określenie stopnia wewnętrznych uszkodzeń lub zużycia liny i drutów w celu predykcji możliwego czasu eksploatacji lin.

Szczegółowe wytyczne w zakresie zastosowania wybranej metodyki oraz oceny wyników badania powinny być przedmiotem odrębnego uzgodnienia z PRS.

2.3 Badania końcówek linowych

Obszar wychodzenia liny z końcówki stanowi miejsce krytyczne, szczególnie narażone na korozję i zmęczenie (pękanie drutów). Sama końcówka powinna być badana pod względem oznak zniekształcenia i wytarcia.

Podobnie należy badać końcówki z wprasowaną lub zalaną wkładką, samą wkładkę należy sprawdzić na pęknięcia w materiale i możliwość wystąpienia poślizgów między wkładką a liną.

Przy badaniu końcówek rozłącznych (klinowych, zaciskowych) należy zwrócić uwagę na pęknięcia drutów wewnątrz końcówki lub na jej obrzeżu oraz na należyte przyleganie klinów i zacisków.

Obwiązanie chroniące rękę przed wystającymi drutami w okach lin zaplatanych ręcznie powinny dochodzić tylko do ogona splotu, aby umożliwić sprawdzenie, czy nie wystąpiło pęknięcie drutów. Jeżeli zerwanie drutów nastąpiło blisko lub wewnątrz końcówki – linę można skrócić, a końcówkę zamontować ponownie. Po skróceniu liny na bębnie powinna jednak pozostać minimalna wymagana liczba zwojów.

3 KRYTERIA OCENY ZUŻYCIA LIN STALOWYCH

Ocenę stopnia zużycia liny przeprowadza się z uwzględnieniem następujących kryteriów:

- liczba pękniętych drutów w linie,
- pęknięcia drutów przy końcówkach linowych,
- miejscowe zgrupowanie pękniętych drutów,
- szybkość zwiększania się liczby pękniętych drutów,
- zerwanie splotki,
- zmniejszenie średnicy liny wskutek zniszczenia rdzenia,

- zmniejszenie sprężystości liny,
- starcie zewnętrzne i wewnętrzne,
- korozja zewnętrzna i wewnętrzna,
- deformacja liny,
- uszkodzenie spowodowane promieniowaniem cieplnym lub łukiem elektrycznym,
- szybkość wzrostu stałego wydłużenia liny.

3.1 Liczba pękniętych drutów w linie

Stopień zużycia liny może być określony na podstawie liczby pękniętych drutów w warstwie zewnętrznej (niezależnie od liczby warstw w linie). Druty wypełniające nie przenoszą obciążeń i nie należy ich uwzględniać. W linach z rdzeniem stalowym taki rdzeń uważa się za splotkę wewnętrzną i nie jest on brany pod uwagę. W linach 6- i 8-splotkowych pękanie drutów występuje głównie w warstwie zewnętrznej, natomiast w linach o splotkach wielowarstwowych większość pęknięć ma miejsce wewnątrz liny, a więc są one niewidoczne. Zjawiska te uwzględniono w kryteriach zużycia, podanych w tabelicy 3.1.

Tablica 3.1

Liczba drutów przenoszących obciążenia w splotkach zewnętrznych n	Typowe przykłady konstrukcji lin	Grupa natężenia pracy dźwignicy							
		0				I – IV			
		Rodzaj liny i długości badanych odcinków L							
		przeciwzwite		współzwite		przeciwzwite		współzwite	
		$6d$	$30d$	$6d$	$30d$	$6d$	$30d$	$6d$	$30d$
Liczba widocznych pękniętych drutów na długości L kwalifikujących linę do wymiany									
do 50	$6 \times 7 / 6 / 1 /$	2	4	1	2	4	8	2	4
51 do 75	$6 \times 19 / 9 / 9 / 1 / *$ $12 \times 6 / 3 \times 24$	3	6	2	3	6	12	3	6
100 do 120	$8 \times 19 / 9 / 9 / 1 / *$ $6 \times 19 / 12 / 6 / 1 /$ $6 \times 19 / 12 / 6 + 6F / 1 /$ $6 \times 25F8 / 12 / 12 / 1 / *$ $34 \times 7 / 17$ splotek zewn./	5	10	2	5	10	19	5	10
121 do 140	-	6	11	3	6	11	22	6	11
141 do 160	$8 \times 19 / 12 / 6 + 6F / 1 /$	6	13	3	6	13	26	6	13
161 do 180	$6 \times 36 / 14 / 7 + 7 / 7 / 1 / *$	7	14	4	7	14	29	7	14
181 do 200	-	8	16	4	8	16	32	8	16
201 do 220	$6 \times 41 / 16 / 8 + 8 / 8 / 1 / *$	8	18	4	9	18	36	9	18
221 do 240	$6 \times 37 / 18 / 12 / 6 / 1 /$	10	19	5	10	19	38	10	19
241 do 260	-	10	21	5	10	21	42	10	21
261 do 280	-	11	22	6	11	22	45	11	22
281 do 300	-	12	24	6	12	24	48	12	24
ponad 300**	-	$0,04n$	$0,08n$	$0,02n$	$0,04n$	$0,08n$	$0,16n$	$0,04n$	$0,08n$

d – średnica liny

* Będące w eksploatacji konstrukcje lin, w których zewnętrzne druty splotek mają średnice większe od wymaganych w obowiązujących normach.

** Obliczone wartości należy zaokrąglić do liczb całkowitych.

3.2 Pęknięcia drutów przy końcówkach linowych

Stwierdzenie przy końcówce lub w jej pobliżu nawet niewielkiej liczby pękniętych drutów stanowi wskazanie, że w tej części liny występują wysokie naprężenia, co może być spowodowane niewłaściwym montażem końcówek. Należy wykryć przyczynę pęknięcia drutów w wymienionym miejscu. Końcówka może być ponownie zamontowana po odcięciu uszkodzonego odcinka, jeżeli pozwala na to długość liny.

3.3 Miejscowe zgrupowanie pękniętych drutów

Jeżeli stwierdza się skupienie zerwanych drutów na długości mniejszej niż $6d$ lub na jednej ze splotek, to nawet wówczas gdy liczba takich drutów jest mniejsza od krytycznej podanej w tablicy 3.1, bezpieczniej jest wycofać linę z eksploatacji.

3.4 Szybkość zwiększania się liczby pękniętych drutów

Jeżeli główną przyczyną zużywania się liny są zjawiska zmęczeniowe, to od początku pęknięcia drutów liczba drutów zerwanych będzie wzrastała proporcjonalnie w coraz krótszych okresach. W takich przypadkach wskazane jest cykliczne staranne badanie liny, z odnotowaniem tempa wzrostu liczby pękniętych drutów, co pozwoli przewidzieć w przybliżeniu datę wycofania liny z eksploatacji.

3.5 Zerwanie splotki

Stwierdzenie całkowitego zerwania jednej splotki w linie stanowi podstawę do jej natychmiastowego wycofania.

3.6 Zmniejszenie średnicy liny wskutek zniszczenia rdzenia

Jeżeli zauważa się zmniejszenie średnicy liny, spowodowane zniszczeniem rdzenia włókiennego lub zerwaniem rdzenia stalowego (w linach wielosplotkowych – także uszkodzeniem wewnętrznych warstw), lina powinna być wycofana z użycia.

Małe uszkodzenie rdzenia nie jest łatwe do rozpoznania, zwłaszcza gdy obciążenie liny jest równomiernie przenoszone przez poszczególne splotki. Stan taki może jednak spowodować znaczną utratę wytrzymałości liny, wskazane jest więc przeprowadzenie badania wewnętrznego. Potwierdzenie istnienia uszkodzeń wewnętrznych stanowi uzasadnienie wycofania liny z użytkowania (patrz Załącznik 2).

3.7 Zmniejszenie sprężystości liny

W pewnych okolicznościach, zwykle związanych ze środowiskiem pracy, lina może doznać poważnego spadku sprężystości i stać się niebezpieczna w dalszym użytkowaniu.

Zmniejszenie sprężystości jest trudne do bezpośredniego wykrycia; zwykle wiąże się ono z następującymi objawami:

- zmniejszenie średnicy liny niewynikające ze starcia się drutów,
- zwiększenie się skoku zlinowania,
- zanik naturalnych rowków między drutami splotek oraz między splotkami, spowodowany wzajemnym dociskiem elementów liny (tendencja wysuwania się z liny drutów lub całych splotek),
- pojawienie się drobnego brązowego proszku w rowkach między splotkami,
- przy braku widocznych uszkodzeń zauważalna sztywność liny podczas operacji.

Stan zmniejszenia sprężystości może spowodować nagłe zerwanie się liny pod obciążeniem dynamicznym i jest wystarczającym uzasadnieniem natychmiastowego jej wycofania.

3.8 Starcie zewnętrzne i wewnętrzne

Starcie powodowane jest dwoma rodzajami czynników:

- starcie zewnętrznych drutów liny powstaje wskutek tarcia liny o krążki, co uwidoczni się szczególnie w olinowaniu ruchomym w punktach styku liny z rowkiem krążka – w wyniku przyspieszeń lub hamowania podczas operacji przeładunkowych; w miejscach podlegających tarcia zewnętrzna powierzchnia drutów staje się płaska,
- starcia wewnętrzne i wystąpienie wrębów jest wynikiem tarcia między poszczególnymi drutami i plotkami – szczególnie w odcinkach poddawanych zginaniu podczas przewijania się przez krążki lub bębny.

Proces ścierania liny może być przyspieszony wskutek niewłaściwego smarowania lub jego braku, a także w wyniku zanieczyszczeń przez kurz lub piasek. Proces ten powoduje zmniejszenie przekroju metalu liny, a więc i jej wytrzymałości. Gdy średnica liny ulegnie zmniejszeniu o 7% w stosunku do jej średnicy nominalnej – lina powinna być wycofana z użycia nawet w przypadku niestwierdzenia na niej żadnego pękniętego drutu.

3.9 Korozja zewnętrzna i wewnętrzna

Korozja występuje szczególnie w środowisku morskim oraz w skażonym środowisku przemysłowym. Powoduje ona nie tylko zmniejszenie wytrzymałości liny przez redukcję jej metalowego przekroju, ale przyspiesza również procesy zmęczeniowe, powodując nadżerki powierzchni drutów, stanowiące karby ułatwiające pękanie drutów. Gwałtowna korozja może też być przyczyną zmniejszania sprężystości liny.

3.9.1 Wskazówki dotyczące rozpoznania korozji:

- korozję zewnętrzną wykrywa się bezpośrednio przez oględziny,
- korozja wewnętrzna (towarzysząca często korozji zewnętrznej) jest trudniejsza do wykrycia, a można wnioskować o jej istnieniu na podstawie stwierdzonych zmian średnicy liny oraz zaniku rowków między splotkami w warstwie zewnętrznej.

3.9.2 W linach przewijających się (zginanych) na krążkach występuje zwykle zmniejszenie średnicy, natomiast w linach nieprzewijających się (odciągach, profenderach) stwierdza się wzrost średnicy wskutek rozrostu zmian korozyjnych wewnątrz splotek. Brak naturalnych rowków między zewnętrznymi splotkami często związany jest z pękaniem drutów w rowkach międzysplotkowych.

3.9.3 W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek oznak mogących świadczyć o występowaniu korozji wewnętrznej linę należy poddać badaniu wewnętrznemu zgodnie z Załącznikiem 2, przeprowadzonemu przez osobę kompetentną. Wykrycie poważnej korozji wewnętrznej uzasadnia natychmiastowe wycofanie liny z eksploatacji.

3.9.4 Przeciwdziałanie zjawiskom korozyjnym w linach stalowych wykorzystywanych w urządzeniach dźwignicowych służących do obsługi prac w morskim przemyśle wydobywczym i w pracach podwodnych jest zagadnieniem wymagającym dodatkowych czynności nadzorczych. Odpowiednia procedura nadzorcza obejmująca zastosowanie odpowiedniej metodyki inspekcji (np. VT i MRT) i powinna być dostosowana do sposobu eksploatacji lin oraz powinna być uzgodniona z PRS przed przeprowadzeniem prób dopuszczających linę do eksploatacji w urządzeniu dźwignicowym. W oparciu o wyniki przeprowadzonego badania powinna być określone zasady nadzoru oraz metodyka dalszego monitorowania stanu i okresowego badania dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji lin stalowych wykorzystywanych w zastosowaniach do eksploatacji zasobów morza.

3.10 Deformacja liny

Deformacją liny nazywane jest wzrokowo dostrzegalne zniekształcenie jej w stosunku do prawidłowego wyglądu. W miejscu zniekształconym rozłożenie naprężeń jest nierównomierne. Poniżej omówiono najczęściej występujące rodzaje deformacji lin:

3.10.1 Falistość (rys. 8 w Załączniku 4). Nazywamy tak deformację, w wyniku której oś wydłużenia liny przybiera postać linii śrubowej. Zniekształcenie to nie zawsze wpływa ujemnie na wytrzymałość liny, jednak znaczna falistość może powodować zwiększenie drgań podczas pracy przerywanej, a po dłuższym okresie eksploatacji liny przyczyniać się do szybszego ścierania i pęknięcia drutów. Linę należy wycofać z użytkowania, jeżeli zachodzi zależność (patrz rys. 3.10.1):

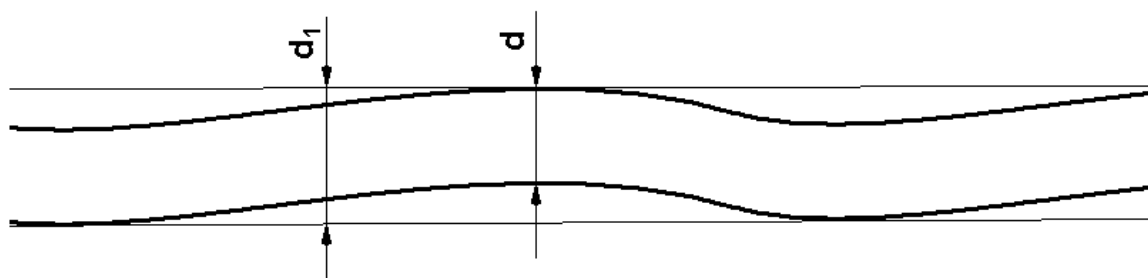
$$d_1 \geq 4/3 \times d$$

gdzie:

d_1 – średnica walca opisanego na linii falistej;

d – średnica nominalna liny

a zniekształcony odcinek jest nie dłuższy niż $25 \times d$



Rys. 3.10.1

3.10.2 Koszykowatość (rys. 9 w Załączniku 4). Deformacja ta charakteryzuje się odstawaniem zewnętrznych drutów w splotkach w stosunku do pozostałych. Koszykowatość pojawia się najczęściej w wyniku gwałtownego obciążenia liny nienapiętej. Zniekształcenie to stanowi uzasadnienie natychmiastowego wycofania liny z eksploatacji.

3.10.3 Wyciśnięcie splotki (rys. 10 w Załączniku 4). Zniekształcenie to jest często związane z występowaniem koszykowatości, powodującej nierównomierne rozłożenie naprężeń w linie. Taką linę należy natychmiast wycofać z użycia.

3.10.4 Wyciśnięcie drutów (rys. 11 i 12 w Załączniku 4). W wyniku nagłego obciążenia liny poszczególne druty lub grupy drutów w warstwie zewnętrznej mogą podnieść się w formie pętli, gdy lina spoczywa w krążku. Jeżeli zniekształcenie to jest poważniejsze, może zachodzić konieczność wycofania liny z eksploatacji.

3.10.5 Miejscowe zwiększenie się średnicy liny (rys. 13 i 14 w Załączniku 4). Deformacja ta jest zwykle wynikiem odkształcenia się rdzenia włókiennego (w pewnych warunkach środowiskowych rdzeń może puchnąć od wilgoci), co powoduje nierównomierne rozłożenie naprężeń w splotkach i nieprawidłowy ich układ. Poważniejsza forma tego zjawiska może stanowić uzasadnienie wycofania liny.

3.10.6 Miejscowe zmniejszenie się średnicy liny (rys. 17 w Załączniku 4). Jest ono często związane z zerwaniem rdzenia. W celu ewentualnego wykrycia tego zniekształcenia należy sprawdzać linę w pobliżu końcówek linowych. Ostra forma zjawiska kwalifikuje linę do wycofania.

3.10.7 Spłaszczenie liny (rys. 18 i 19 w Załączniku 4). Zniekształcenie to jest wynikiem uszkodzeń mechanicznych. Ostrzejsze przypadki kwalifikują linę do wycofania.

3.10.8 Złamanie liny (rys. 15 i 16 w Załączniku 4). Istotę tego zniekształcenia stanowi utworzenie się pętli na linie, która po obciążeniu nie miała możliwości obrócenia się wokół swej osi. Powoduje to zmianę długości skoku zlinowania i przedwczesne ścieranie się drutów. W poważniejszych przypadkach złamania (skręcenia) liny traci ona większą część swojej wytrzymałości i kwalifikuje się do natychmiastowej wymiany.

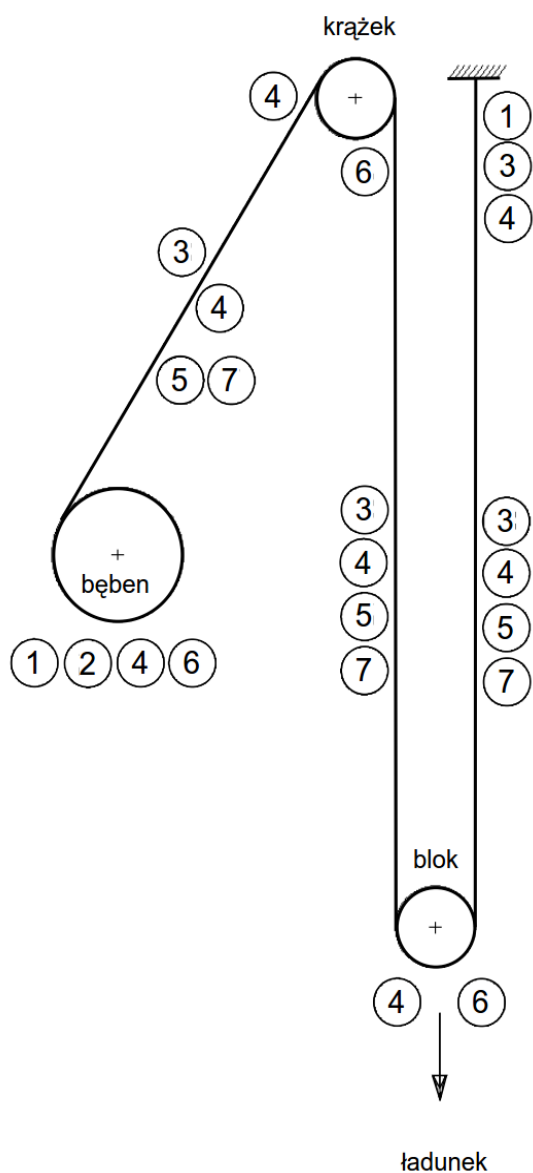
3.10.9 Zgięcie liny (rys. 20 w Załączniku 4). Jest to odkształcenie kątowe, powstałe z przyczyn zewnętrznych – kwalifikuje linę do natychmiastowego wycofania z eksploatacji

3.11 Uszkodzenie spowodowane promieniowaniem cieplnym lub łukiem elektrycznym

Liny stalowe, które były narażone na wpływ promieniowania cieplnego lub łuku elektrycznego i wykazują na zewnętrznej powierzchni charakterystyczne zabarwienie, powinny być wymienione.

Literatura:

- EN 12385-3:2020 Steel wire ropes – Safety – Part 3: Information for use and maintenance
- ISO 4309: 2010 – Cranes – Wire ropes – Care and maintenance, inspection and discard;
- HSE OTH 341 – Wire rope offshore – review of wire rope endurance research affecting offshore applications;
- HSE OTO 2000 064 – Wire rope Non-Destructive Testing – Survey of Instrument Manufactures

ZAŁĄCZNIK 1**MIEJSCA BADANIA USZKODZEŃ W UKŁADZIE LINOWYM**

1. Zakończenie liny na bębnie i przy stałym zamocowaniu.
2. Prawidłowość układania się liny na bębnie.
3. Wykrywanie pękniętych drutów i wytarcie liny.
4. Wykrywanie zmian korozyjnych.
5. Wykrywanie odkształceń w wyniku nagłych obciążeń.
6. Odcinki przewijające się na bębnie oraz przez krążki i bloki krążkowe.
7. Wykrywanie zmian średnicy liny i innych odkształceń.

Wadliwe układanie się liny na bębnie powoduje spłaszczenie liny i ścieranie się drutów. Również odcinki przewijające się przez krążek wyrównawczy lub przyległy do niego należy zbadać, czy nie nastąpiło zerwanie drutów i korozja.

ZAŁĄCZNIK 2

WEWNĘTRZNE BADANIA LIN

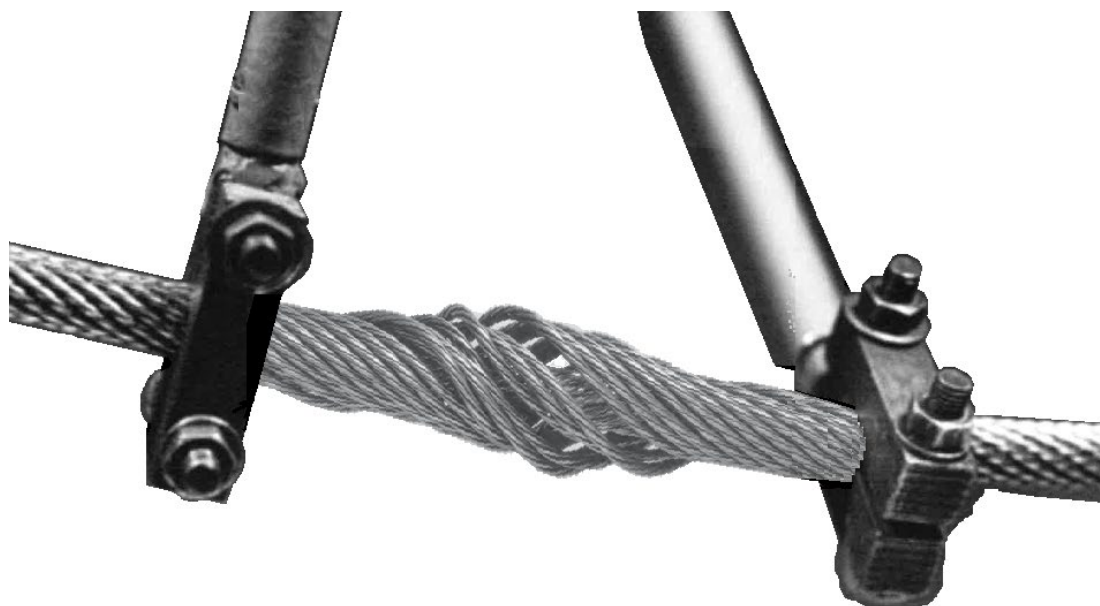
1. Ogólne wytyczne

Najczęstszą przyczyną utraty wytrzymałości liny jest korozja wewnętrzna oraz zmęczeniowe pękanie drutów. Badane zewnętrzne nie informuje o wewnętrznym stanie liny, który może być tak zły, że grozi zerwaniem się liny. Niezbędne jest więc przeprowadzenie badań wewnętrznych.

Każdą linę skręconą z drutów można odpowiednio otworzyć w celu umożliwienia wglądu do części wewnętrznych. Takiemu badaniu mogą być poddane również liny zamontowane na urządzeniach dźwignicowych – pod warunkiem, że są one w stanie nieobciążonym.

2. Przeprowadzanie badania

Otwarcie lin może być wykonane przy pomocy zacisków (patrz rys. 1) o szczękach odpowiednich do średnicy liny. Zaciski umieszcza się na lince po obu stronach odcinka poddawanego badaniu i szczęki zaciska się tak, aby nie nastąpił poślizg, a następnie przykłada się do dźwigni zacisków siły przeciwnie skierowane.



Rys. 1

Należy zwrócić uwagę, aby rozsunięcie splotek nie było nadmierne. Po otwarciu liny należy śrubokrętem lub innym wąskim przedmiotem usunąć zalegający smar lub zanieczyszczenia mogące przeszkadzać w obserwacji wnętrza.

Podczas badania należy zwrócić uwagę na:

- stan wewnętrznego smarowania,
- stopień zaawansowania korozji,
- karby na drutach spowodowane dociskiem lub wytarciem,
- pęknięcia drutów (nieraz trudno dostrzegalne).

Po badaniu należy otwarty odcinek zakonserwować środkiem przewidzianym przez wytwórcę lin, a potem przez powrotny obrót zacisków z umiarkowaną siłą zapewnić właściwe ułożenie spletek wokół rdzenia. Po usunięciu zacisków należy uzupełnić smarowanie zewnętrznej powierzchni badanego odcinka.

W celu zbadania odcinków w pobliżu końcówek wystarczy użyć jednego zacisku, jeżeli odpowiednie zamocowanie końcówki lub pręt przewleczony przez jej ucho zapewni unieruchomienie jej przed obrotem wokół własnej osi.

3. Wybór miejsc do badania

Przebadanie wewnętrzne liny na całej jej długości jest niemożliwe, należy więc poddać badaniu odcinki najbardziej narażone na uszkodzenie, a przede wszystkim:

- części liny nawijające się pod obciążeniem na bęben lub przewijające się przez krążki;
- odcinki, w których zatrzymują się siły powstałe wskutek gwałtownego szarpnięcia (wywołanego szybkim podniesieniem ładunku bez wstępnego napięcia liny), a więc przy bębnie lub wierzchołkowych krążkach wysięgnika;
- odcinki w pobliżu końcówek, co jest szczególnie ważne w przypadku lin stałych (odciągów, sztagów itp.).

ZAŁĄCZNIK 3

KARTA BADANIA LINY

Dane liny		Urządzenie:				
		Zastosowanie:				
Konstrukcja:		Data rozpoczęcia użytkowania:				
Kierunek zwinięcia: prawy/lewy		Data wycofania:				
Rodzaj zwinięcia: przeciwzwita/współzwita		Minimalne obciążenie zrywające:				
Średnica nominalna:		Obciążenie robocze:				
Wytrzymałość drutu:		Pomierzona średnica:				
Jakość: ocynkowana/nieocynkowana/nierdzewna		Pod obciążeniem wynoszącym:				
Rodzaj rdzenia: stalowy/włókienny/syntetyczny						
Podformowanie:						
Długość liny:						
Rodzaj zakończenia:						
Widoczne zerwane druty (liczba na długości 6d)	Starcie drutów zewnętrznych (stopień zmian)*	Korozja (stopień zmian)*	Zmniejszenie średnicy liny (w %)	Miejsca pomiarów	Ogólna ocena (stopień zmian)*	Uszkodzenia i zniekształcenia (rodzaj)
Data:			Podpis:			
Dostawca liny:		Liczba godzin pracy:				
Inne spostrzeżenia:		Podstawa do wycofania z użycia:				

* W rubrykach oznaczonych „**stopień zmian**” wpisać jedną z następujących ocen: „**niewielki**”, „**średni**”, „**poważny**”, „**bardzo poważny**”, „**zdrząc**”.

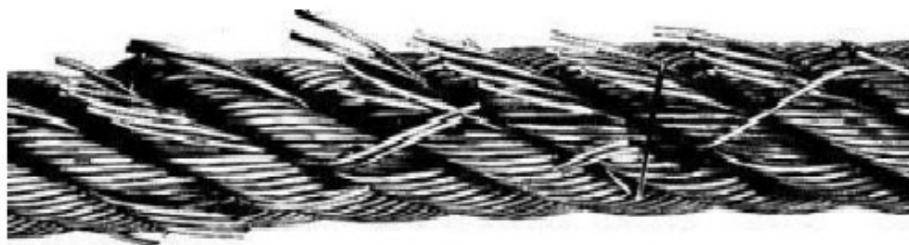


ZAŁĄCZNIK 4**PRZYKŁADY TYPOWYCH USZKODZEŃ W LINACH**

Niektóre z poniższych rysunków przedstawiają, w celu lepszego podkreślenia zmian, przejaskrawiony stopień uszkodzenia (kwalifikujący linę do wcześniejszego wycofania z eksploatacji).








Rys. 1.
Zerwane i wyciśnięte druty w sąsiednich splotkach liny przeciwwzitej –
uzasadnienie wymiany.



Rys. 2.
Duża liczba zerwanych drutów, świadcząca o poważnym zużyciu liny przeciwwzitej –
uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 3.
Zerwane druty w jednej splotce wskutek niewielkiego zużycia liny współwzitej – możliwość dalszego użytkowania, jeżeli w innych częściach liny nie ma gorszych uszkodzeń (pęknięte druty powinny być tak obcięte, aby ich końce znalazły się we wgłębieniach między splotkami, co zabezpieczy druty sąsiednie przed ścieraniem).

Starcie		Korozja zewnętrzna	
	Niewielkie spłaszczenie na drutach zewnętrznych		Rozpoczęcie utleniania się powierzchni
	Spłaszczenia na poszczególnych drutach są dłuższe i występują na wszystkich wierzchołkach drutów w każdej splotce. Znaczne zmniejszenie średnicy drutów (należy starannie sprawdzić inne uszkodzenia liny)		Druty szorstkie w dotyku, ogólne utlenienie powierzchni
	Spłaszczenia poszczególnych drutów prawie ciągłe, splotki są lekko spłaszczone, a druty zauważalnie cienkie (poważniejsze przypadki mogą stanowić uzasadnienie wymiany liny, należy sprawdzić inne uszkodzenia i zwiększyć częstotliwość badań)		Utlenienie powierzchni bardziej zaawansowane
	Spłaszczenia wzajemnie się łączą, druty stają się luźne przy szacunkowym zmniejszeniu ich przekroju o 40% (uzasadnienie natychmiastowej wymiany)		Poważne utlenienie powierzchni drutów
			Powierzchnia bardzo szorstka, a druty luźne (uzasadnienie natychmiastowej wymiany)

Rys. 4.

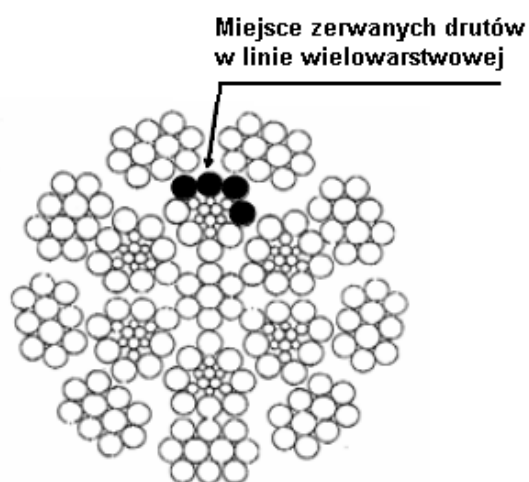
Przykłady powiększania się starcia oraz korozji zewnętrznej drutów w linie przeciwwžitej.



Rys. 5.
Zerwane druty w kilku splotkach występuje w krążku wyrównawczym (często zakryte przez krążek) – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 6.
Zerwane druty w dwu splotkach, występujące w krążku wyrównawczym, spowodowane unieruchomieniem krążka – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 7.
Zerwane druty w warstwie wewnętrznej linii przeciwwzitej, spowodowane nagłym przeciążeniem – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 8.
Przykład falistości liny (oś wzdłużna przybiera kształt linii śrubowej).
Jeżeli zniekształcenie przekroczy wartość podaną w 3.10 – lina powinna być wymieniona.



Rys. 9.
Koszykowatość (ptasia klatka) – zniekształcenie lin wielosplotkowych konstrukcji –
uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 10.
Wyciśnięcie stalowego rdzenia powszechnie towarzyszące zniekształceniu koszykowatemu –
uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 11.
Wyciśnięcie drutów w jednej splotce; badania całej liny może pokazać, że zniekształcenie
jest widoczne w regularnych odstępach, normalnie w jednej splotce.



Rys. 12.
Wyciśnięcie drutów w jednej splotce (stan ostry uszkodzenia z rys.11),
typowe dla lin podnoszenia z układaczem liny – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 13

Miejscowy wzrost średnicy liny spowodowany pogrubieniem się rdzenia włókiennego wskutek niszczących warunków zewnętrznych.



Rys. 14

Niebezpieczne załamanie – zwraca się uwagę na skręcenie liny przyczyniające się do wypadnięcia rdzenia – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 15

Lina stalowa, która została podczas instalowania załamana i pozostawiona w eksploatacji. Wynikiem tego jest miejscowe starcie oraz rozluźnienie drutów – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 16

Miejscowe zmniejszenie się średnicy liny; splotki zewnętrzne zapadły się wskutek rozpadnięcia się rdzenia włókiennego – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 17

Spłaszczenie liny wskutek miejscowego zgniecenia mechanicznego z jednoczesnym zerwaniem drutów, powodujące nierównomierną nośność splotek – uzasadnienie wymiany.



Rys. 18

Spłaszczenie liny spowodowane złym nawijaniem (układaniem) się na bębnie. Zwraca się uwagę na wzrost długości linii śrubowej w zewnętrznej warstwie wskutek miejscowego zgniecenia mechanicznego z jednoczesnym zerwaniem drutów, powodujące nierównomierną nośność splotek – uzasadnienie wymiany.



Rys. 19

Przykład niebezpiecznego zgięcia liny – uzasadnienie wymiany.