

*Biblioteczka*  
**PRZYJACIELA  
PRZY  
PRACY**

**Mgr inż. JÓZEF HELBRECHT**

**LINY I ŁAŃCUCHY**

**WYDAWNICTWO ZWIĄZKOWE**



BIBLIOTECZKA „PRZYJACIELA PRZY PRACY“

Mgr inż. JÓZEF HELBRECHT

# LINY I ŁAŃCUCHY

WYDANIE TRZECIE  
POPRAWIONE I UZUPEŁNIONE



WARSZAWA 1962

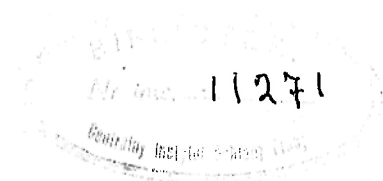
WYDAWNICTWO ZWIĄZKOWE

Opiniodawca  
mgr inż. *Aleksander Czajka*

Redaktor  
inż. *Robert Trzecicki*

Redaktor techniczny  
*Jerzy Trzebiński*

Korektor  
*Krystyna Klimek*

  
Książka zawiera wskazówki dotyczące eksploatacji, przechowywania i konserwowania lin, łańcuchów i haków; ponadto omówione są w niej niektóre zagadnienia z zakresu konstrukcji i technologii.

Książka służyć może jako instrukcja dla kierowników zakładów pracy, kierowników magazynów lin i łańcuchów, dla dźwigowych i hakowych oraz dla społecznych i technicznych inspektorów pracy i służby bhp.

WYDAWNICTWO ZWIĄZKOWE — WARSZAWA 1962

Nakład 5000 + 200 egz. Obj. ark. wyd. 7, druk. 5,5. Do składu oddano 30. V. 62. Druk ukończono w październiku 62. Papier druk. sat. V kl. 65 g. A-1. Cena 10.—, zam. 1899/62. B-8

Druk. RSW „Prasa” Wrocław, ul. Piotra Skargi 3/5.

## SPIS TRESCI

<b>Wstęp</b>	<b>5</b>
<b>I. Liny włókienne</b>	<b>7</b>
1. Wyrób i rodzaje lin	7
2. Pomiar średnicy liny	9
3. Zawiesia linowe i łańcuchowe	11
4. Obciążenie lin i łańcuchów	13
5. Bębny i krażki linowe	18
6. Kontrola i badanie lin	19
7. Przechowywanie i konserwacja lin	21
<b>II. Liny stalowe</b>	<b>23</b>
1. Wyrób i rodzaje lin	23
2. Przystosowanie lin do pracy	27
3. Dobór lin	30
4. Bębny i krażki linowe	32
5. Obciążanie lin	36
6. Kontrola i badanie lin	45
7. Przechowywanie i konserwacja lin	51
8. Odwijanie i przewijanie lin	55
9. Przycinanie lin	56
10. Węzły	57
<b>III. Łańcuchy</b>	<b>62</b>
1. Wyrób i rodzaje łańcuchów	62
2. Bębny i koła łańcuchowe	64
3. Obciążenie łańcuchów	65
4. Użytkowanie łańcuchów	68
5. Kontrola i badanie łańcuchów	71
6. Przechowywanie i konserwacja łańcuchów	75

<b>IV. Haki i ogniwa łącznikowe . . . . .</b>	<b>77</b>
1. Wyrób i rodzaje haków . . . . .	77
2. Obciążenie haków . . . . .	79
3. Użytkowanie haków . . . . .	79
4. Kontrola i badanie haków . . . . .	80
<b>Instrukcja ramowa obsługi dźwignic oraz zawiesi w zakresie lin i łańcuchów . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>Wykaz ważniejszych aktów prawnych regulacyjnych między innymi bezpieczeństwo pracy przy linach i łańcuchów (wg stanu na dzień 31 lipca 1961 r.) . . . . .</b>	<b>87</b>
<b>Wykaz piśmiennictwa . . . . .</b>	<b>88</b>

## W S T Ę P

Liny, łańcuchy i haki są podstawowymi elementami technicznymi w dźwignicach przeznaczonych do celów przemysłowych, przeładunkowych, montażowych itp. Z lin i łańcuchów wykonuje się także zawiesia (linowe lub łańcuchowe) do uchwycenia, podnoszenia, przenoszenia i opuszczania ciężarów na haku dźwignicy. Jakość oraz stan techniczny lin, łańcuchów i haków są podstawowymi elementami bezpieczeństwa pracy dźwignic.

Trudne warunki eksploatacyjne lin i łańcuchów, nieumiejętne często obchodzenie się oraz nieznanostwo ich własności technicznych, wad i zalet powodują szybkie zużycie lin i łańcuchów oraz wypadki.

Liny stalowe są lekkie, elastyczne, dość odporne na uderzenia i wstrząsy, nieznacznie wyciągają się pod obciążeniem, sześć do dziewięciu razy mocniejsze, a tylko trzy do pięciu razy cięższe od liny włókiennej tej samej grubości. Są również znacznie odporniejsze na tarcie, wilgoć i trwalsze od lin włókiennych. Liny stalowe mają także właściwości ujemne: są mniej giętkie i sprężyste jak liny włókienne, bardziej skłonne do skręcania, a ponadto toną w wodzie.

Liny stalowe zapewniają większe bezpieczeństwo pracy niż łańcuchy. Liny stalowe po pewnym czasie pracy już swoim zewnętrznym wyglądem (popękane druty) sygnalizują o nieprzydatności do dalszej pracy i grożącym niebezpieczeństwie.

Wadą lin w porównaniu z łańcuchami jest ich wyciąganie się w pracy oraz krótszy czas eksploatacji.

Łańcuchy są cięższe od lin stalowych, wrażliwsze na uderzenia, szybko zużywają się w miejscach połączenia ogniw, często zrywają się nieoczekiwanie nie wykazując uprzednio widocznych, zewnętrznych oznak świadczących o ich zużyciu i możliwości wypadku przy dalszej eksploatacji. Dlatego też łańcuchy (zwłaszcza przeznaczone do podnoszenia ciężarów) wymagają szczególnie starannej kontroli i przestrzegania daleko idących środków ostrożności.

Nieodpowiednia wielkość średnicy bębnow i krążków w stosunku do średnicy liny lub łańcucha, wadliwe nawijanie lin i łańcuchów na bębny, tworzenie się supłów i pętli przy odwijaniu lin z bębnow lub kręgow, używanie lin, łańcuchów i haków niewłaściwej konstrukcji dla danej pracy, wadliwe określenie dopuszczalnego obciążenia roboczego, przeciążenie spowodowane nieznaną lub oceną na oko ciężaru podnoszonego przedmiotu, stosowanie niewłaściwych współczynników bezpieczeństwa dla różnych sposobów zawieszania ciężaru, wadliwe podwieszanie ciężarów na hak dźwignicy, nadmierne rozwarcie gardzieli haka, nieumiejętna renowacja i konserwacja, nieprzeprowadzanie należytej okresowej kontroli — oto przyczyny szybkiego zużycia lin i łańcuchów oraz powstawania wypadków.

Z metodami zapobiegania wypadkom zainteresowani mogą zapoznać się w niniejszej książce. Podaje ona także właściwy sposób obchodzenia się z linami, łańcuchami i hakami, sposoby ich przechowywania, konserwacji, kontroli oraz obliczania dopuszczalnych obciążeń roboczych.



pod wpływem której włókno staje się słabsze, pęcznieje, rozdziela się, a lina twardnieje i staje się niepraktyczna w użyciu.

Liny włókienne wyrabiane są z nici skręcanych z włókna. Ilość nici jest uzależniona od grubości liny, np. lina o średnicy 14 mm zawiera 24 nici, a o średnicy 80 mm — 720 nici.

Rozróżnia się nici o obciążeniu zrywającym 55 kG, 75 kG i 95 kG, co oznacza się zazwyczaj kolorową nitką przetkaną przez linę, a więc:

dla liny o obciążeniu zrywającym nici  
55 kG — czarną,  
75 kG — czerwoną,  
95 kG — zieloną.

Z nici skręca się splotki, a następnie z trzech lub czterech splotek — linę.

Lina powinna być spleciona z włókien długich (włókna krótkie ujemnie wpływają na wytrzymałość liny), bez zgięć i pustych przestrzeni. Im dłuższe jest włókno użyte na nici, tym mocniejsza i trwalsza jest lina i tym mniej wyciąga się. Włókna mogą być skręcone mocno lub luźno. Liny mocno skręcone są sztywne, nieelastyczne, mniej wrażliwe na działanie wody, trwalsze w użyciu, są jednak słabsze od lin splecionych luźno.

W zależności od kierunku skręcenia rozróżnia się liny prawozwite i lewozwite.

Trzymając linę pionowo i śledząc kierunek jej splotek z dołu do góry, można zauważyć, że liny prawozwite mają splotki biegnące z lewa na prawo, a liny lewozwite — z prawa na lewo. Z nici prawozwitych otrzymuje się lewozwite splotki, a z nich z kolei — prawozwitą linę. Z nici lewozwitych otrzymuje się odwrotny układ splotek.

W zależności od wyrobu rozróżnia się liny splotu zwykłego (przeciwzwite) i splotu kablowego.



Rys. 1. Lina włókienna trój-splotowa



Rys. 2. Lina włókienna czte-rospiotowa

Liny splotu zwykłego mogą być prawozwite lub lewozwite, a zależnie od ilości splotek — trój-splotowe (rys. 1) lub czterospłotowe (rys. 2).

Liny trój-splotowe stosuje się jako zawieszki linowe do zawieszania ciężarów na haku dźwigni.

Liny czterosplotowe zwykle mają wewnątrz rdzeń smołowany, wokół którego splata się cztery splotki. Mają one większą powierzchnię styku niż liny trójsplotowe. Zużywają się wolniej i nadają się do pracy w wielokrążkach. Są słabsze od lin trójsplotowych około 10%.

Liny splotu kablowego (rys. 3) składają się z trzech lin trójsplotowych skreślonych w odwrotne strony, a więc mają dziewięć splotek. Liny te są słabsze około 40% od lin trójsplotowych tej samej grubości.



Rys. 3. Przekrój liny włókiennej splotu kablowego

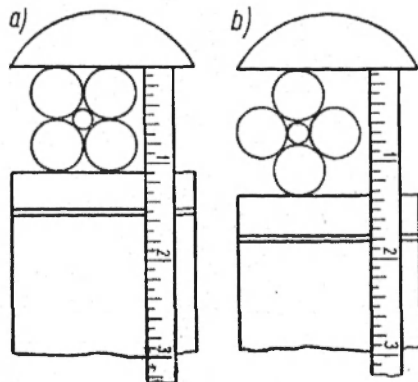
Liny włókienne mogą być smołowane lub niesmołowane. Liny smołowane mają kolor ciemnobrunatny. Są one odporne na wodę, jednakże tracą 15—20% wytrzymałości w stosunku do liny niesmołowanej tej samej grubości, zaś ciężar ich wzrasta o około 15% w stosunku do ciężaru lin niesmołowanych. Czas użytkowania liny smołowanej jest dłuższy niż niesmołowanej. Do smołowania lin używa się dziegciu lub smoły nie zawierającej kwasu. Liny niesmołowane są higroskopijne i szybko ulegają gniciu.

Lin szałowych nie smołuje się.

## 2. Pomiar średnicy liny

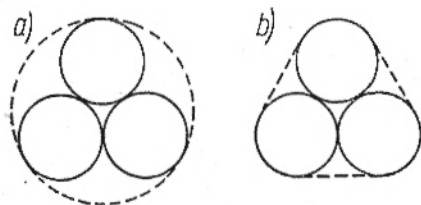
Grubość lin włókiennych i stalowych określa się średnicą albo obwodem. W przemyśle określa się grubość liny średnicą w mm. Określając wymiar liny na statkach, często podaje się obwód w calach angielskich. Dla uniknięcia pomyłek należy wyraźnie zaznaczyć czy podany wymiar jest wielkością obwodu, czy też średnicą liny oraz podawać jednostki miary.

Grubość liny można zmierzyć suwmiarką (rys. 4) za pomocą nici żaglowej (rys. 5) albo taśmą papierową. Przy pomiarze suwmiarką, należy obejmować jej ramionami miejsca największej średnicy liny. Jeżeli pomiaru dokonuje się nicią żaglową, to



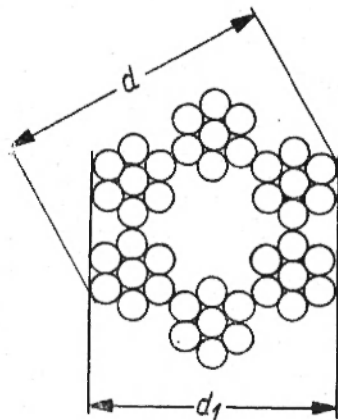
Rys. 4. Pomiar średnicy liny włókiennej suwmiarką: a) nieprawidłowy, b) prawidłowy

na jednym końcu odcinka nici zawiązuje się węzeł, a następnie obkłada się tym odcinkiem obwód mierzonej liny. W miejscu styku węzła z drugim końcem odcinka wykonuje się drugi węzeł



Rys. 5. Pomiar obwodu liny włókiennej nicią żaglową lub taśmą papierową: a) nieprawidłowy, b) prawidłowy

je szpilką. Zmierzona odległość między punktami przekłucia jest równa obwodowi mierzonej



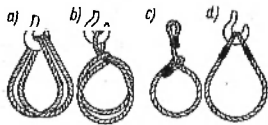
Rys. 6. Pomiar średnicy liny stalowej:  $d_1$  — nieprawidłowy,  $d_2$  — prawidłowy

na nici. Po zdjęciu i wyprostowaniu nici mierzy się odległość między tymi węzłami. Odległość ta (w calach lub milimetrach) jest równa obwodowi mierzonej liny. Jeśli do pomiaru używa się taśmy papierowej, to opasuje się nią obwód liny nakładając końce taśmy jeden na drugi i przekuwając je szpilką. Zmierzona odległość między punktami przekłucia jest równa obwodowi mierzonej liny. Średni wynik otrzymuje się co najmniej z trzech pomiarów dokonanych w różnych miejscach liny. Sposób mierzenia średnicy liny stalowej pokazany jest na rys. 6.

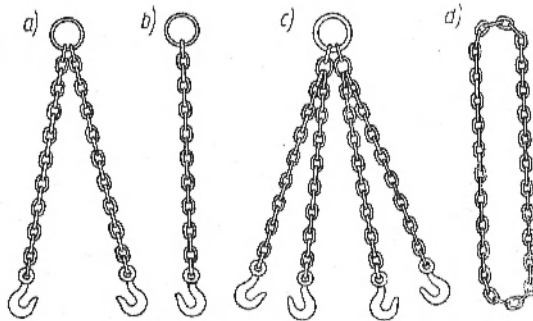
Aby obliczyć obwód liny znając jej średnicę, należy wielkość średnicy pomnożyć przez 3,14 ( $c = d \cdot 3,14$ , gdzie:  $d$  — oznacza średnicę liny wyrażoną w milimetrach lub calach,  $c$  — obwód). Znając obwód liny  $c$  w calach można obliczyć jej średnicę  $d$  w milimetrach w sposób następujący: obwód w calach mnoży się przez liczbę 8; otrzymany iloczyn jest średnicą w milimetrach ( $8c = d$ ).

### 3. Zawiesia linowe i łańcuchowe

Zawiesia linowe lub łańcuchowe są to najczęściej odcinki liny włókiennej, stalowej lub łańcucha zakończone na obydwu końcach pierścieniami, hakami lub zamknięte w swym obwodzie. Najczęściej stosowane są zawiesia jednocięgnowe, dwucięgnowe, czterocięgnowe oraz zawiesia o obwodzie zamkniętym.



Rys. 7. Zawiesia linowe: a, b) o obwodzie zamkniętym, c, d) jednocięgnowe



Rys. 8. Zawiesia łańcuchowe: a) dwucięgnowe, b) jednocięgnowe, c) czterocięgnowe, d) o obwodzie zamkniętym

Zawiesie jednocięgnowe jest to odcinek liny (lub łańcucha), której jeden koniec jest zaopatrzony w hak, a drugi w pierścień lub obydwaja końce mają pierścień (rys. 7c, 7d, 8b).

Zawiesie dwucięgnowe składa się z dwóch odcinków liny lub łańcucha, zazwyczaj jednakowej długości, których jedne końce uchwycone są we wspólny pierścień, a dwa pozostałe zwisające końce są zakończone hakami (rys. 8a).

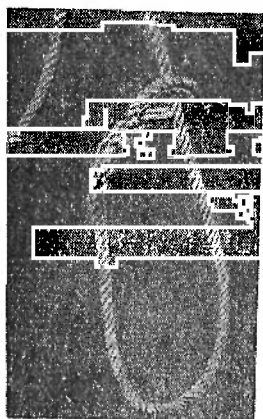
Zawiesia czterocięgnowe składają się z dwóch zawiesi dwucięgnowych ujętych w jeden pierścień (rys. 8c).

Zawiesiem o obwodzie zamkniętym nazywa się odcinek liny, której końce są splecione ze sobą, lub odcinek łańcucha zamkniętego w swym obwodzie (rys. 7a, 7b, 8d).

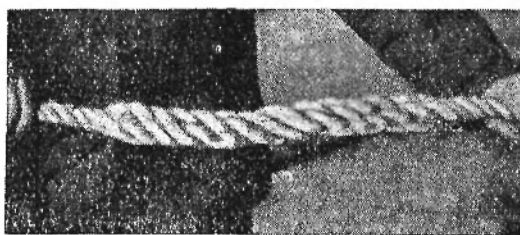
Jednym z najważniejszych warunków zapewniających bezpieczeństwo pracy jest właściwe wykonanie zawiesi.

Przy zawiesiach linowych włókiennych — przede wszystkim należy zwracać uwagę na bezpieczne zaplecenie pętli na linie przy połączeniu z pierścieniem i hakiem oraz splecenie dwóch końców lin zawiesi o obwodzie zamkniętym. Zaplecenie pętli

najlepiej wykonać przez co najmniej 6-krotne przetknięcie splotek (rys. 9). W celu zabezpieczenia pętli przed wytarciem i uszkodzeniami powstającymi w czasie zawieszania ciężaru na haku dźwigni, w pętłę należy wprowadzić sercówkę. Żłobek sercówki powinien obejmować  $\frac{1}{3}$  obwodu liny. Sercówka powinna być ocynkowana. Końce lin zawiesi o obwodzie zamkniętym powinny być splecione (rys. 10) na odcinku równym przynajmniej 25 średnicom liny.



Rys. 9. Zaplecenie pętli z sercówką przez sześciokrotne przetknięcie splotek



Rys. 10. Splecenie dwóch końców liny włókiennej

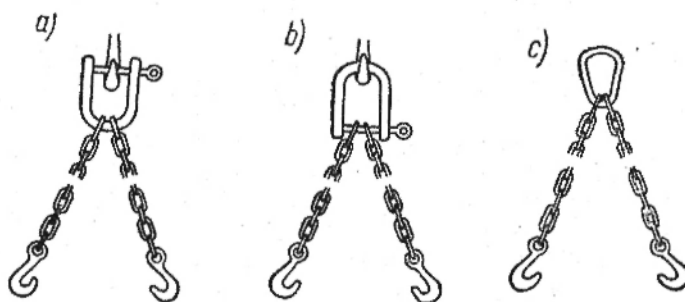
Zawiesie linowe o obwodzie zamkniętym może być splecione na swym obwodzie tylko jeden raz, ponieważ lina w miejscu splecenia jest o 20% słabsza; łączenie końców liny przez wiązanie jest niedopuszczalne. Lina uszkodzona w miejscu splecenia powinna być natychmiast wymieniona.

Należy pamiętać, że łączenie końcowych pierścieni dwóch zawiesi łańcuchowych jednociegnowych za pomocą ogniwa łącznikowego, które z kolei wprowadza się do gardzieli haka przy zawieszaniu ciężaru, jest bardzo niebezpieczne. Zamiast właściwego bezpiecznego zawiesia dwuciegnowego tworzy się w tym przypadku, zawiesie zastępcze mające cechy zawiesia dwuciegnowego, w którym główną rolę odgrywa ogniwo łącznikowe. Zawieszenie ogniwa łącznikowego na haku za pomocą sworzni lub pajaków wywołuje w nich naprężenie zginające i obciążenie gwintów, co sprzyja powstawaniu awarii (rys. 11).

#### 4. Obciążenie lin i łańcuchów

Przepisy bezpieczeństwa pracy zezwalają na obciążenie łańcuchów i lin do pewnych określonych granic wytrzymałości oraz ustalają normy ich zużycia. Przekroczenie tych granic może spowodować wypadek. Aby móc określić bezpieczne obciążenie, należy zapoznać się uprzednio z takimi terminami technicznymi, jak obciążenie zrywające, dopuszczalne obciążenie robocze, współczynnik bezpieczeństwa.

Obciążenie zrywające jest to takie obciążenie, przy którym lina lub łańcuch zrywa się. Należy odróżnić określenie obciążenie zrywające od wytrzymałości. Obciążenie zrywające wyraża się w jednostkach siły (kG), a wytrzymałość jest cechą



Rys. 11. Zawiesie łańcuchowe dwucięgnowe: a, b) nieprawidłowe, c) prawidłowe

materiału i wyraża się w jednostkach siły odniesionej do jednostki powierzchni przekroju ( $\text{kG}/\text{mm}^2$ ). Dla materiału, z którego są wykonane druty liny podawana jest zwykle wytrzymałość na rozrywanie w  $\text{kG}/\text{mm}^2$ , a dla poszczególnych lin teoretyczne obciążenie zrywające w kG.

Dopuszczalnym obciążeniem roboczym nazywa się obciążenie, przy którym lina lub łańcuch nawet w niekorzystnych warunkach pracy (np. przy wstrząsach, szarpnięciach) nie jest narażona na uszkodzenie. Stanowi ono pewną część obciążenia zrywającego i powinno być obliczone w taki

sposób, aby praca była całkowicie bezpieczna. Liczba wskazująca ile razy dopuszczalne obciążenie robocze jest mniejsze od obciążenia zrywającego, nazywa się współczynnikiem bezpieczeństwa. Wartość współczynnika bezpieczeństwa jest uwarunkowana: rodzajem i wytrzymałością materiału, z jakiego została wykonana lina lub łańcuch, sposobem uchwycenia ciężaru oraz stopniem napięcia pracy.

Przy określaniu dopuszczalnego obciążenia roboczego lin zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa pracy dzieli się wielkość obciążenia zrywającego (rzeczywistego), ustalonego w laboratorium wytrzymałościowym na maszynic zrywającej (które jest niższe od obciążenia zrywającego teoretycznego), przez właściwy współczynnik bezpieczeństwa. Do obliczenia można też przyjąć 80% wielkości obciążenia zrywającego teoretycznego.

Wartość współczynników bezpieczeństwa lin stalowych, włókiennych oraz zawiesi podane są w rozdziale II, p. 5, łańcuchów — w rozdziale III, p. 3.

Przy ustalaniu dopuszczalnego obciążenia roboczego można korzystać z danych umieszczonych w świadectwach lin dostarczonych przez wytwórnie lub z tablic. W braku świadectw i tablic lina powinna być oddana do laboratorium wytrzymałościowego w celu ustalenia obciążenia zrywającego. Należy pamiętać, że w stosunku do lin, dla których nie ma tablic wytwórni, można posługiwać się innymi tablicami tylko orientacyjnie.

Jeżeli lina ma średnicę nie wymienioną w tablicy, należy przyjąć dla niej obciążenie przewidziane dla średnicy nieco mniejszej. Tablice wykazujące obciążenie zrywające są najpraktyczniejsze, ponieważ przez podzielenie obciążenia wyrażonego w kilogramach przez odpowiedni współczynnik bezpieczeństwa można otrzymać dopuszczalne obciążenie robocze (tabl. 1). Jeżeli wartość obciążenia zrywającego lin smołowanych nie jest uwidoczniona w tablicach, to dopuszczalne obciążenie robocze należy zmniejszyć o 15—20%.

Tablica 1

## Liny manilowe o obciążeniu zrywającym nici 75 kG

Średnica 2 mm	Obwód w calach	Obciążenie zrywające w kG
14	1 3/4	1200
16	2	1550
18	2 1/4	1940
20	2 1/2	2360
22	2 3/4	2830
24	3	3340
26	3 1/4	3840
28	3 1/2	4400
30	3 3/4	4980
32	4	5590
34	4 1/4	6230
36	4 1/2	6880
38	4 3/4	7490
40	5	8250
44	5 1/2	9850
48	6	11600
52	6 1/2	13400
56	7	15800
60	7 1/2	17300
64	8	19300
72	9	23700
80	10	28300
88	11	33100
96	12	38100
104	13	43100
112	14	48100

W braku świadectw lub tablic dopuszczalne obciążenie robocze dla nowych lin włókiennych (manilowych, szałowych, kónopnych) splotu zwykłego trójsplotowego możemy obliczyć przyjmując dopuszczalne naprężenie dla lin niesmołowanych 1 kG/mm<sup>2</sup>, a dla smołowanych 0,8 kG/mm<sup>2</sup> wg wzoru:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot k = 0,785 d^2 \cdot k$$

gdzie:  $Q$  — dopuszczalne obciążenie robocze w kG,  
 $d$  — średnica liny w mm,  
 $k$  — naprężenie w kG/mm<sup>2</sup>.

Wynik otrzymujemy w przybliżeniu z 7-krotnym współczynnikiem bezpieczeństwa.

**Przykład.** Obliczyć dopuszczalne obciążenie robocze liny manilowej niesmołowanej o średnicy 30 mm.

Obliczenie

$$Q = 0,785 \times 30 \times 30 \times 1 = 706,5 \text{ kG}$$

Obliczenie dopuszczalnego obciążenia roboczego liny manilowej niesmołowanej możemy również przeprowadzić posługując się tablicą 1, w której są podane obciążenia zrywające dla różnych średnic lin manilowych. Jak wynika z tej tablicy obciążenie zrywające dla liny o średnicy 30 mm wynosi 4980 kG. Dzieląc wartość obciążenia zrywającego przez współczynnik bezpieczeństwa 7 — otrzymujemy dopuszczalne obciążenie robocze — 710 kG. Obydwa obliczenia dają więc prawie identyczne wyniki.

Dla określenia w przybliżeniu dopuszczalnego obciążenia roboczego dla wyżej wspomnianych rodzajów lin możemy posługiwać się również następującym wzorem:

$$Q = \frac{d^2}{12} \text{ ton}$$

gdzie:  $Q$  — dopuszczalne obciążenie robocze,  
 $d$  — średnica liny w cm.

**Przykład.** Określić dopuszczalne obciążenie robocze dla liny manilowej splotu zwykłego trójspłotowego niesmołowanej o średnicy 26 mm (2,6 cm).

Obliczenie

$$Q = \frac{2,6 \times 2,6}{12} = \frac{6,76}{12} = 0,563 \text{ t} = 563 \text{ kG}$$

**Przykład.** Określić dopuszczalne obciążenie robocze dla liny szalowej splotu zwykłego trójspłotowego niesmołowanej o średnicy 30 mm (3 cm).

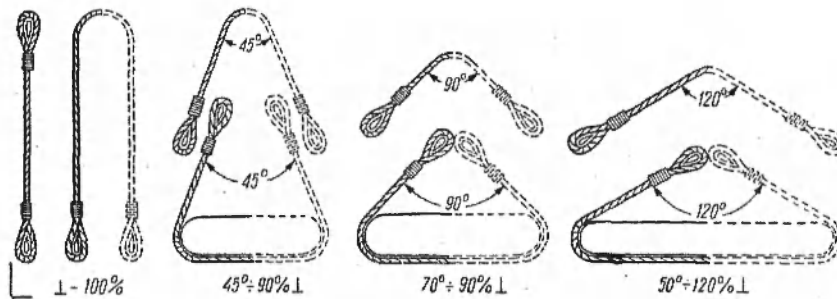
Obliczenie

$$Q = \frac{3 \times 3}{12} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ t} = 750 \text{ kG}$$

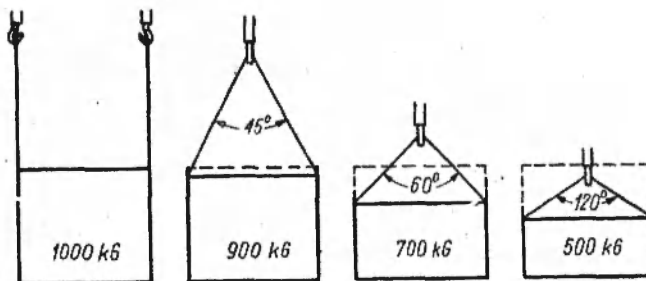
W zawiesiach linowych i łańcuchowych, zależnie od wielkości kąta rozwarcia utworzonego między linami lub łańcuchami, należy obniżać dopuszczalne obciążenie robocze w stosunku do dopuszczalnego obciążenia liny albo łańcucha pracującego pionowo. Przy użyciu zawiesi dwucięgowych obciążenie nie może przekraczać w stosunku do dopuszczalnego obciążenia roboczego

przy kącie 45° — 90%  
" " 90° — 70%  
" " 120° — 50%

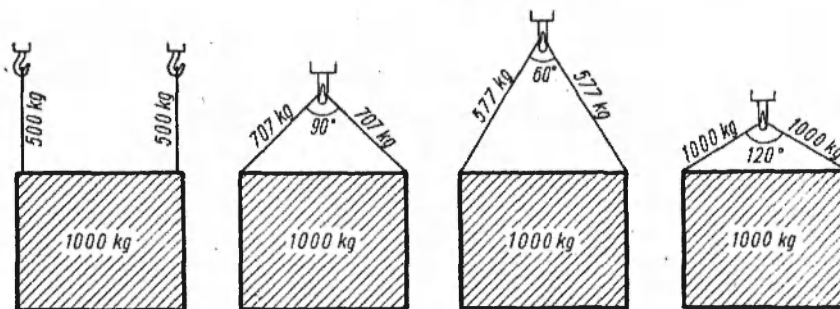
liny lub łańcucha pracujących w pionie. Zależność tę najlepiej przedstawiają rys.: 12, 13, 14. Należy pamiętać, że przy użyciu zawiesi wielocięgnowych do podnoszenia ciężarów przyjmuje się tylko dwa ciągnia jako nośne.



Rys. 12. Procentowy spadek dopuszczalnego obciążenia roboczego w miarę zwiększania się kąta rozwarcia między ciągnami zawiesia



Rys. 13. Zmiana obciążenia roboczego w miarę zwiększania się kąta rozwarcia między ciągnami



Rys. 14. Zmiana wielkości sił rozciągających w ciągnach w zależności od zwiększania się kąta rozwarcia między ciągnami zawiesia

Pracownicy zatrudnieni przy dźwignicach, przy zawieszaniu i przenoszeniu ciężarów powinni przed użyciem lin i łańcuchów dokładnie zapoznać się z danymi umieszczonymi w tablicach wskazujących najwyższe dopuszczalne obciążenie robocze lin i łańcuchów (o różnych średnicach), które przeznaczone są do podnoszenia i obwiązywania ciężarów, pracujących w pionie, oraz przy różnych kątach rozwarcia cięgien linowych lub łańcuchowych i sposobów uchwycenia ciężarów. Tablice takie należy umieścić w miejscach dobrze widocznych.

Ciężarów przeznaczonych do podnoszenia nie wolno oceniać „na oko”. Pracownicy muszą być dokładnie poinformowani o wadze ciężarów. W razie wątpliwości powinni oni żądać od kierownika odpowiedzialnego za dany odcinek pracy podania dokładnej wagi ciężaru.

Nadzór nad właściwym oznaczaniem ciężaru na ładunkach przewożonych statkami należy sprawować opierając się na wytycznych ustawy z dnia 31 stycznia 1935 r. (Dz.U. nr 18, poz. 99):

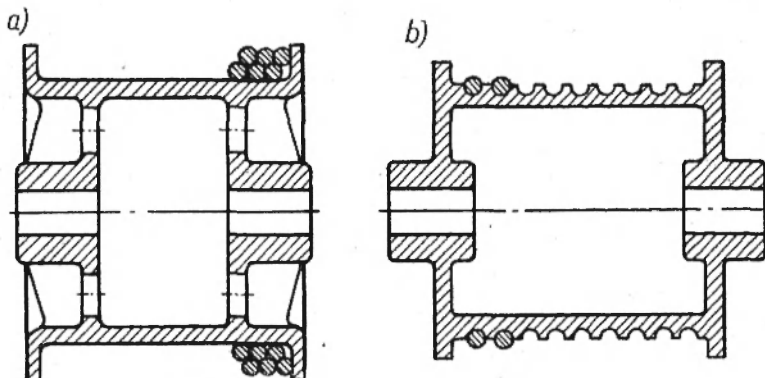
a. Przed załadowaniem na statek wysyłający ładunek lub ekspedytor ma obowiązek oznaczyć ciężar cyframi lub literami na widocznym miejscu na każdej przesyłce opakowanej częściowo lub w całości mającej tysiąc lub więcej kilogramów brutto oraz na każdym przedmiocie o tym ciężarze, nadanych na obszarze Polski do przewiezienia drogą wodną (morską lub śródlądową). Cyfry lub litery powinny mieć długość nie mniejszą niż 8 cm, barwę zaś odróżniającą się wyraźnie od barwy opakowania lub barwy przedmiotu. Napis powinien być wykonany farbą nie dającą się zmyć wodą.

b. W wyjątkowych przypadkach, gdy dokładne oznaczenie ciężaru ładunku jest trudne, wysyłający lub ekspedytor mogą podawać ciężar przybliżony.

## 5. Bębny i krażki linowe

Ważnym elementem bezpieczeństwa pracy są bębny, które służą do nawijania lin w czasie podnoszenia ciężarów. Bębny wykonuje się z żeliwa, staliwa, rzadziej z blachy stalowej. Dla lin włókiennych mogą one być również wykonane z drewna. Bębny linowe mają powierzchnię rowkowaną lub gładką (rys. 15). Bębny rowkowane stosuje się przy nawijaniu lin na bęben tylko jedną warstwą, natomiast bębny gładkie są używane przy wielowarstwowym nawijaniu lin. Przy tymczasowo-

wych urządzeniach montażowych, wciągarkach ręcznych jak również przy małych maszynach wyciągowych z linami włókiennymi liny mogą być nawijane na gładki bęben z wysokimi obrzeżami umożliwiającymi nawijanie lin w kilku warstwach.



Rys. 15. Bębny linowe: a) gładkie, b) rowkowane

Należy pamiętać, że bębny powinny mieć możliwie jak największą średnicę. Im większa jest średnica bębna, tym mniej narażona jest lina na zginanie, które ujemnie wpływa na jej wytrzymałość i bezpieczną pracę liny. W praktyce są stosowane średnice bębnow dla lin włókiennych, które zwykle są nawijane kilkoma warstwami:  $D \geq 10 d$ , gdzie  $D$  — średnica bębna,  $d$  — średnica liny. Krążki linowe dla lin włókiennych powinny mieć średnicę nie mniejszą niż  $10 d$ .

## 6. Kontrola i badanie lin

Liny włókienne powinny być badane co do wydłużenia i stopnia zużycia przed wydaniem do pracy i przyjęciem po pracy, a następnie w odstępach co najmniej 30-dniowych, a w okresach półrocznych poddane próbie na obciążenie.

Badanie lin powinno być zewnętrzne i wewnętrzne. Badanie zewnętrzne polega na sprawdzeniu zewnętrznych uszkodzeń lin ze szczególnym zwróceniem uwagi na splecenia końców liny i na pętlę liny, jak również na ustaleniu stopnia wydłużenia liny w stosunku do jej pierwotnej długości.

Nadmierne zużycie liny poznaje się po tym, że splotki tracą okrągły kształt i stają się kanciaste, nici pękają, odstają

i strzępią się na stykających się powierzchniach splotek. Linę z jedną uszkodzoną splotką zawieszoną na haku można łatwo rozpoznać, gdyż ma ona wówczas tendencję do skręcania się w sposób przedstawiony na rys. 16.



Rys. 16. Skręcająca się lina włókienna z uszkodzoną jedną splotką zawieszona na haku

Przy badaniu lin należy zwracać uwagę na te miejsca, w których wilgoć trudno wysycha powodując butwienie i gnicie lin od wewnątrz (przy splecieniu, oplecieniu sercówki).

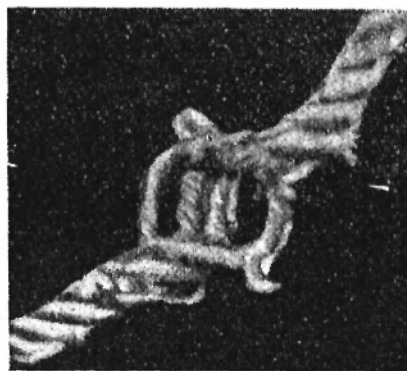
Badanie wewnętrzne polega na stwierdzeniu, czy lina pozornie na zewnątrz zdrowa nie jest uszkodzona wewnątrz wskutek przerwania, wystrzępienia przez starcie nici i czy nie utworzyła się wewnątrz tzw. mączka włókienna.

Dla przeprowadzenia badań wewnętrznych obcina się około 20 cm liny z jej końca i po rozpleceniu sprawdza stan włókna oraz nici. Linę należy również często badać przez lekkie rozplecenie w kierunku odwrotnym do biegu jej splotek. Jeżeli lina jest uszkodzona od wewnątrz, to po lekkim rozpleceniu wygląda tak, jak to przedstawia rys. 17. Lina z chociażby jedną uszkodzoną splotką nie może być oddana do dalszego użytku.

Liny wyciągnięte w stosunku do swej pierwotnej długości, a mianowicie: konopne

ponad 10%, manilowe i sizalowe ponad 15% należy wycofać, ponieważ przy dalszym używaniu mogą zerwać się i spowodować wypadek.

Kontrola półroczna, niezależnie od badań w okresach 30-dniowych, polega na przeprowadzeniu próby statycznej na obciążenie większe od dopuszczalnego obciążenia roboczego: o 100% przy linach używanych jako zawiesia do podnoszenia i obwiązywania ciężarów. Przy



Rys. 17. Lina włókienna uszkodzona od wewnątrz

tego rodzaju badaniu linę obciąża się przez 10 minut. Po dokonanej próbie należy sprawdzić, czy nie powstały uszkodzenia omówione wyżej.

Próbie na obciążenie przeprowadza się przed użyciem nowej liny, a następnie w okresach 6-miesięcznych nawet wówczas, gdy lina w tym okresie nie była użytkowana.

### 7. Przechowywanie i konserwacja lin

Liny włókienne długości około 160—220 m dostarczone w kręgach powinny być zaopatrzone w drewniane lub metalowe etykiety z danymi sporządzonymi na podstawie świadectw lin dostarczonych przez wytwórnie. Dane te powinny zawierać nazwę i rodzaj włókna, z którego lina jest wykonana, oznaczenie obciążenia zrywającego w kG, stan włókna (surowy lub smołowany), wymiar średnicy (w milimetrach), długość w metrach i ciężar w kG.

Liny należy przechowywać w przewiewnych i suchych pomieszczeniach o temperaturze 10—12° C. Przechowywanie lin w pobliżu grzejnika lub w miejscach, gdzie są magazynowane kwasy, jest niedozwolone. Liny mokre i wilgotne należy przed zamagazynowaniem dokładnie wysuszyć w niezbyt wysokiej temperaturze, najlepiej w temperaturze pokojowej, ponieważ włókna mogłyby skruszeć.

W celu zapewnienia należytej wentylacji liny powinny być układane na półkach lub drewnianych kratownicach umieszczonych na wysokości przynajmniej 15 cm od podłogi. Liny krótkie najlepiej zawiesić na trzech kołkach drewnianych w zwojach o średnicy 0,5 m, nigdy jednak na gwoździach żelaznych. Lin uszkodzonych nie wolno przechowywać w jednym pomieszczeniu z linami zdatnymi do użytku, aby uniknąć możliwości wydania uszkodzonej liny do pracy.

Liny po każdym użyciu należy oczyścić z brudu. Powinny one być często przepajane tłuszczem, najlepiej mieszaniną łożu z grafitem lub terem drzewnym. Liny smarowane terem drzewnym tracą nieco na swej wytrzymałości. Przez nasycenie liny tłuszczem powiększa się jej ciężar, toteż ilość oleju nasycającego nie powinna przekraczać 8—12% jej ciężaru.

Aby zapobiec tworzeniu się tzw. uszek osłabiających liny, bardzo niebezpiecznych przy obciążaniu, należy liny związać w przeciwnym kierunku do ich splotu. Wolne końce lin włókiennych należy zabezpieczyć przed rozplataniem i tworzeniem

się tzw. „krowiego ogona” za pomocą opaski wykonanej ze sznurka. Długość opaski nie powinna być mniejsza niż średnica liny, a jej brzeg, licząc od końca liny, powinien znajdować się w odległości równej 0,75 średnicy liny.

Jeżeli zajdzie potrzeba przecięcia liny, należy z dwóch stron od miejsca przecięcia założyć dwie ochronne opaski, tj. okręcić linę sznurkiem.

Liny nie wolno ciągnąć po chropowatych nawierzchniach ani miejscach, gdzie mogłaby się stykać z ostrym materiałem. Pod ostre krawędzie przedmiotów obwiązanych liną należy dawać podkładki z drewna, gumy, itp., aby nie uszkodzić liny.

Używanie lin włókiennych do przeładunków materiałów żrących, które mogą uszkodzić liny, jest niedozwolone.

## Rozdział II

### LINY STALOWE

#### 1. Wyrób i rodzaje lin

Liny stalowe jako nośne są stosowane w wielu dźwignicach, żurawiach, suwnicach, przeciagarkach, wciągnikach itp.; używane są również jako zawiesia linowe do obwiązywania i zawieszania ciężarów na haki dźwignic ręcznych i mechanicznych.

Liny stalowe produkowane są z najlepszych drutów stalowych o wytrzymałości na zerwanie od 120—240 kG/mm<sup>2</sup> i wyżej dla lin specjalnych. Liny dla mniejszych ciężarów wyrabiane są z drutów o wytrzymałości 40—80 kG/mm<sup>2</sup>.

Druty najczęściej o średnicy 0,3-3 mm używane do produkcji lin mogą być ocynkowane, obołowione lub gołe jednokowej lub różnej grubości. Liny wykonane z drutów ocynkowanych są słabsze niż liny z drutów gołych, jednak wskutek własności smarnych warstwy cynku liny te są na ogół trwalsze niż liny wykonane z drutów gołych.

Z drutów skręca się splotki, a ze splotek (zwykle od 4 do 8), z których każda składa się z kilku do kilkudziesięciu drutów, skręca się linę. Wewnątrz liny umieszczony jest zazwyczaj rdzeń (tabl. 2). Rdzeń może być miękki lub twardy.

Rdzeń miękki jest wykonany z włókien roślinnych lub sztucznych, albo z azbestu, a rdzeń twardy z drutu. Liny narażone na działanie wysokiej temperatury mają rdzeń wykonany z azbestu ewentualnie z drutu. Rdzenie mogą również znajdować się w poszczególnych splotkach, niezależnie od rdzenia umieszczonego w środku liny. Dobrze wykonany rdzeń włókienny nasączony tłuszczem stanowi jak gdyby poduszkę dla splotek, dzięki której lina zachowuje okrągły kształt i zwiększa się jej wytrzymałość. Tłuszcz zawarty w rdzeniu przenika do drutów wewnętrznych splotek pod wpływem nacisku przy obciążeniu liny, konserwując w ten sposób linę od wewnątrz, zapobiega to rdzewieniu drutów oraz zmniejsza ich tarcie wewnątrz liny.

Lina stalowa powinna być wykonana z drutu o jednakowej średnicy na całej długości, a splotki liny powinny być równe, bez wybrzuszeń, aby naprężenie rozkładało się równomiernie na wszystkie druty. Dobra lina powinna być sprężysta i mieć jak najmniejszą tendencję do rozkręcania się.

Tablica 2

Liny stalowe  
(6 splotek po 19 drutów i miękki rdzeń)

Średnica liny	Teoretyczne obciążenie zrywające liny przy wytrzymałości drutu			Ciężar własny liny
	120 kG/mm <sup>2</sup>	150 kG/mm <sup>2</sup>	180 kG/mm <sup>2</sup>	
mm	kG	kG	kG	kG/mb
4	730	910	1100	0,05
5	1100	1380	1650	0,09
6	1640	2050	2460	0,13
7	2190	2740	3290	0,17
8	2810	3520	4220	0,22
9	3640	4550	5460	0,28
10	4430	5540	6650	0,35
11	5450	6810	8170	0,42
12	6420	8020	9630	0,50
13	7460	9320	11190	0,59
14	8760	10950	13140	0,68
15	9980	12480	14970	0,79
16	11470	14330	17200	0,89
17,5	13580	16970	20370	1,07
18	14550	18190	21830	1,13
19	16100	20130	24160	1,26
20,5	18840	23540	28250	1,47
22	21520	26900	32280	1,69
23	23580	29180	35370	1,84
24	25670	32080	38490	2,01
25	28040	35050	42060	3,18

Giętkość i wytrzymałość liny zależna jest od średnicy i wytrzymałości drutów, z których jest wykonana.

Liny mogą być giętkie lub sztywne.

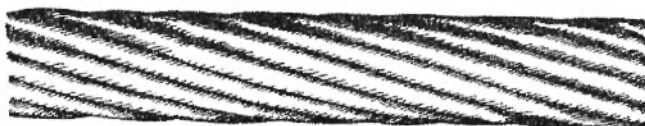
Lina giętka składa się z rdzenia włókiennego i z wielu cienkich drutów o niskiej wytrzymałości. Liny giętkie przeważnie są używane jako liny obiegowe, tj. pracujące na kołach i bębnach linowych.

Lina sztywna składa się z rdzenia drucianego i z małej ilości drutów grubych o wysokiej wytrzymałości. Ma ona zastosowanie jako lina stała, jak np. torowa, napinająca, kotwowa itp.

W zależności od kształtu przekroju rozróżnia się liny okrągłe i płaskie używane bardzo rzadko i tylko do szczególnych celów.

Liny okrągłe mogą być:

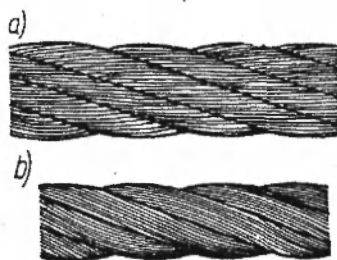
a) spiralne (rys. 18), jedno- dwu lub trzywarstwowe (warstwę nazywa się szereg drutów ułożonych w jednakowej odległości od środka splotu);



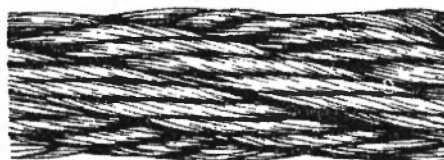
Rys. 18. Lina spiralna

b) splotowe (rys. 19), w których kilka splotów, tj. lin spiralnych, skręconych jest na rdzeniu z włókien roślinnych lub sztucznych, albo też na drutach;

c) kablowe (rys. 20) skręcone z kilku lin splotowych.



Rys. 19. Liny splotowe: a) prawozwita przeciwzwita, b) prawozwita współzwita



Rys. 20. Lina kablowa

W zależności od kierunku skręcania splotów rozróżnia się liny prawozwite lub lewozwite. W linach prawozwitych druty i splotki tworzą nitki gwintu ułożone w prawo. Jeżeli splotki i druty tworzą linię gwintu w lewo, to lina jest lewozwita.

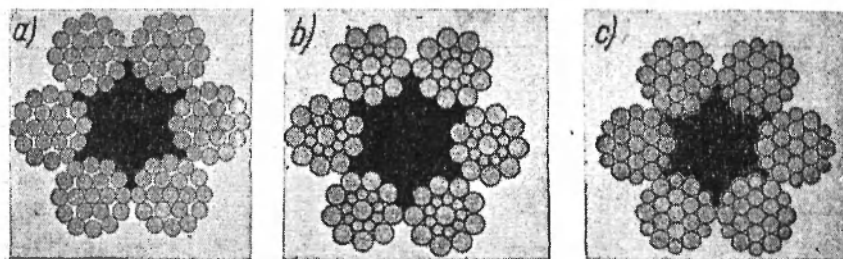
W zależności od rodzaju skręcania rozróżnia się liny współzwite i przeciwzwite.

Liny, w których druty w splotkach są skręcane w tym samym kierunku co splotki, nazywa się współzwitymi (rys. 19b), a jeżeli druty w splotkach biegną w odwrotnym kierunku niż splotki w linie, to liny takie nazywa się przeciwzwitymi (rys. 19a).

Liny współzwite o jednakowej średnicy drutów mają większą powierzchnię styku z bębniem lub krążkiem i podlegają mniejszym naprężeniom wewnętrznym, dzięki czemu ich czas użytkowania jest dłuższy niż lin przeciwwzitych. Liny współzwite stosuje się w tych przypadkach, gdy ciężar jest prowadzony i wskutek tego jest zabezpieczony przed obracaniem się, np. we wszelkiego rodzaju wyciągach.

Liny przeciwwzite pomimo szybszego zużywania stosuje się na dźwigniach, ponieważ mają one zmniejszoną tendencję do rozkręcania się pod wpływem obciążenia niż liny współzwite. Liny przeciwwzite są mniej wrażliwe na nieodpowiedni kształt rowków.

Przy linach wykonanych ze splotek o jednakowej średnicy drutu w przekroju splotki widać dużo białego pola; świadczy to o niedostatecznym wykorzystaniu przekroju (rys. 21a).

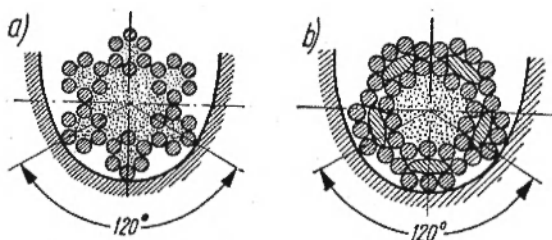


Rys. 21. Liny splotowe konstrukcji drutowej: a) z drutów o jednakowej średnicy, b) „Seale” z drutów o różnych średnicach, c) „Warrington” z drutów o różnych średnicach

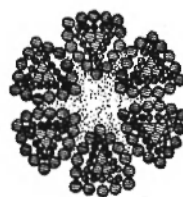
Ostatnio zaczęto produkować liny z drutów o różnej średnicy. Są to liny z rdzeniem miękkim konstrukcji „Warrington” i konstrukcji „Seale” (rys. 21b, 21c). Dzięki użyciu stosunkowo grubych drutów w zewnętrznej warstwie splotek i umieszczeniu w warstwach drutów o różnych średnicach zwiększa się wykorzystanie przekroju, a splot staje się bardziej giętki.

Obydwie konstrukcje są dzięki temu odporne na uszkodzenia mechaniczne i ścieranie. Liny typu „Seale” i „Warrington” wskazane jest stosować przy bębnach gładkich, na których pomimo że są nawijane wielowarstwowo nie ulegają tak szybkiemu zużyciu jak liny normalne. Liny te znajdują duże zastosowanie w dźwignicach o dużym natężeniu pracy. Lina dźwignicowa nawijana na bęben lub krążek, jak wiadomo, powinna przylegać do niego możliwie dokładnie, aby przy jej obciążeniu

niu nie powstawał duży nacisk nagiętej jej części na bębnie lub krążku. Lepsze przyleganie liny do powierzchni kół bębnowo osiągnięto przez wykonanie lin ze splotek o przekroju owalnym; dzięki temu liny te są trwalsze. Każda splotka takiej liny ma rdzeń ze spłaszczonego drutu o kształcie owalnym, wokół którego skręca się 8 lub 16 (w dwóch warstwach) okrągłych drutów. Lina składa się z pięciu splotek skręconych wokół rdzenia włókiennego. Na rys. 22 jest pokazana powierzchnia przylegania liny zwykłej w zagłębieniu krążka, a na rys. 22b powierzchnia przylegania liny o splotkach owalnych.



Rys. 22. Powierzchnia przylegania liny w zagłębieniu krążka: a) lina zwykła, b) lina o splotkach owalnych



Rys. 23. Przekrój liny o splotkach trójkątnych

Zwiększenie powierzchni przylegania liny do powierzchni prowadzącej osiągnięto przez skonstruowanie liny o splotkach w kształcie trójkątnym (rys. 23). Splotki tych lin wykonane są w sposób, że wokół rdzenia z drutu profilowego o kształcie trójkątnym lub trzech drutów ułożonych w trójkąt skręcane są druty okrągłe w ilości 9,11 albo 12 sztuk na nich zaś druga warstwa z 11, 12 lub 14 drutów grubszych. Rdzeń włókienny liny o splotkach trójkątnych jest cieńszy niż liny o splotkach spłaszczonych przez co średnica liny przy tej samej wytrzymałości jest mniejsza. W urządzeniach, w których wskutek tarcia, zużycie lin następuje zbyt szybko stosowane są liny o splotkach owalnych i trójkątnych.

## 2. Przystosowanie lin do pracy

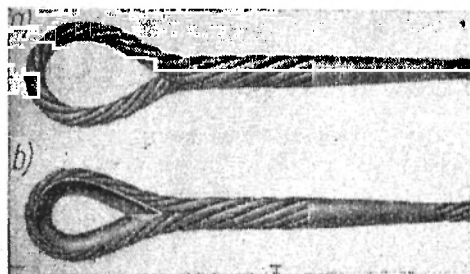
Liny w dźwignicach jak również wchodzące w skład zawiesi, zależnie od rodzaju pracy jaką mają wykonywać muszą być odpowiednio przystosowane do warunków użytkowania. A więc

np. liny w zawiesiach mogą być zakończone pętlą, połączone z pierścieniem końcowym, hakiem itp.

Końce lin mogą być między sobą splecione dla uzyskania zawiesia o obwodzie zamkniętym. Umocowanie końca liny stalowej do bębna można wykonać za pomocą klinów, klamer lub w inny bezpieczny sposób.

Pętla do zawieszania oraz połączenia z pierścieniem i hakiem mogą być wykonane przez zaplecenie lub przy użyciu zacisków. Zaplecenie można wykonać przez co najmniej pięciokrotne przetknięcie splotek, z czego trzykrotnie splotkami nietkniętymi i dwukrotnie splotkami, od których połowa drutów w splocie zostaje ucięta z każdego splotu. Zaplecenie może być również wykonane w inny bezpieczny sposób. Miejsce splecenia pętli w połowie długości należy zabezpieczyć przed rozplataniem przez owinięcie miękkim drutem (rys. 24).

Tablica 3



Rys. 24. Pętla linowa zapleciona i zabezpieczona przed rozpleceniem a) zwykłą, b) z sercówką

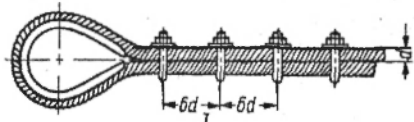
Liczba zacisków dla różnych średnic lin (wg źródeł radzieckich)

Średnica liny w mm	Odległość między zaciskami	Liczba zacisków
13—16	6 d	3
17—28	6 d	4
30—37	6 d	5
39—43	6 d	6
47—52	6 d	7

Dobrze wykonana pętla przy średnicy liny poniżej 20 mm jest wytrzymała jak i sama lina, a o średnicy ponad 20 mm wytrzymuje tylko 70—80% obciążenia zrywającego linę.

Pętlę za pomocą zacisków wykonuje się w następujący sposób: po zawinięciu wolnego końca liny nakłada się zaciski w odległości jeden od drugiego nie większej niż sześciokrotna średnica liny. Nie można jednak nakładać mniej zacisków niż 3 (tabl. 3). Zaciski powinny być umieszczone w taki sposób, aby ich nakrętki leżały na dłuższym końcu liny. Należy zwrócić uwagę, aby pierwszy zacisk był nałożony jak najbliżej sercówki, a ostatni nie za blisko krótszego końca liny. Zaciski powinny być zaokrąglone i gładkie (rys. 25).

Wykonanie pętli za pomocą zacisków jest mniej pewne niż przez zaplecenie, ponieważ zaciski łatwo mogą obluźnić się i dlatego należy przeprowadzać stałą kontrolę stanu dokręcania zacisków pętli. Pętle do zawieszania ciężarów powinny być

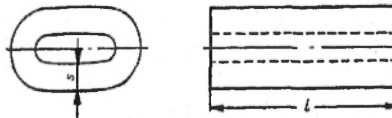


Rys. 25. Wykonanie pętli na linie za pomocą zacisków

tak duże, aby z łatwością można było je zakładać na hak dźwigni. Do wszystkich pętli linowych służących do połączeń z hakiem lub pierścieniem powinny być wprowadzone sercówki zabezpieczające linę przed wytarciem. Sercówki powinny być ocynkowane. Żłobek sercówki powinien obejmować  $\frac{1}{3}$  obwodu liny.

Połączenie dwóch lin może być wykonane przy użyciu zacisków z tym, że zaciski będą nakładane na przemian po obu stronach złącza liny.

Jeden z najnowocześniejszych sposobów wykonania pętli i połączenia lin stalowych polega na zastosowaniu złączki do zaciskania. Złączka jest to tulejka mająca otwór z obu stron o przekroju owalnym wykonana ze stopu o osnowie aluminiowej (rys. 26). Długość, przekrój otworu i grubość ścianek złączek są różne i odpowiednio dobierane dla danej średnicy liny. Grubość ścianki wynosi od 2,1 mm do do 19 mm, a przy średnicach liny powyżej 20 mm — grubość ścianek odpowiednio się zwiększa.



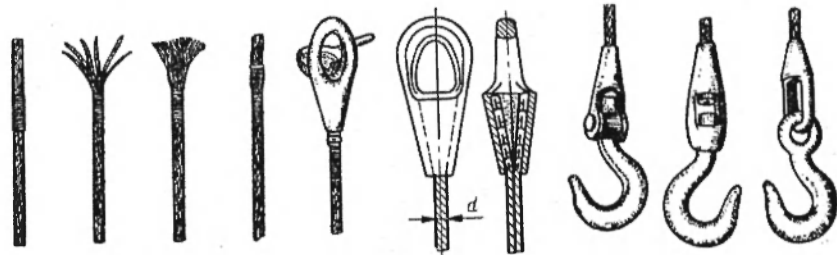
Rys. 26. Złączka do zaciskania dla wykonania pętli

Po wprowadzeniu liny przez otwór dobranej złączki, opasaniu jej wokół sercówki i utworzeniu pętli, złączkę z przewleczoną liną wkłada się w mosiężne zaciskowe szczęki, które stanowią część urządzenia hydraulicznego. Zaciskanie złączki przeprowadza się przy ciśnieniu od 13 do 250 atn. Owalny przekrój złączki po zaciśnięciu przybiera kształt okrągły. Wykonana w ten sposób pętla gwarantuje całkowite bezpieczeństwo, pozwala na stosowanie pełnego obciążenia zrywającego linę i wyklucza możliwość rozplątania się złącza pod obciążeniem.

Umocowanie końca liny stalowej można wykonać również za pomocą zalania końca liny stopem o osnowie ołowiowej

w tulejce stożkowej. Na rys. 27 pokazane są umocowane końce liny za pomocą stożkowej tulei i poszczególne fazy przygotowania końca liny do zalania w stożku.

Jeśli chodzi o splecenie dwóch końców lin dla otrzymania liny w obwodzie zamkniętym współpracującej z bębniami lub kołami linowymi, gdzie warunkiem bezpieczeństwa jest nie tylko wytrzymałość liny ale wymagane jest również aby długość splecenia była gładka i wykonana bez zgrubienia — to długość splecenia powinna wynosić dla małych udźwignów 400  $d$ , a dla dużych 600—700  $d$  ( $d$  — średnica liny).



Rys. 27. Umocowanie końca liny za pomocą stożkowej tulei

### 3. Dobór lin

Przy doborze liny dla dźwignic ze względu na wytrzymałość należy zachować właściwy stosunek  $\delta/D$  ( $\delta$  — średnica drutu,  $D$  — średnica bębna), uwzględnić stopień natężenia pracy dźwignicy (długotrwałość ruchu, stopień wykorzystania udźwigu), warunki pracy liny, jak np. wpływ pyłu, wilgoci, kwasów, żaru itp. oraz zadania jakie lina ma spełnić podczas pracy.

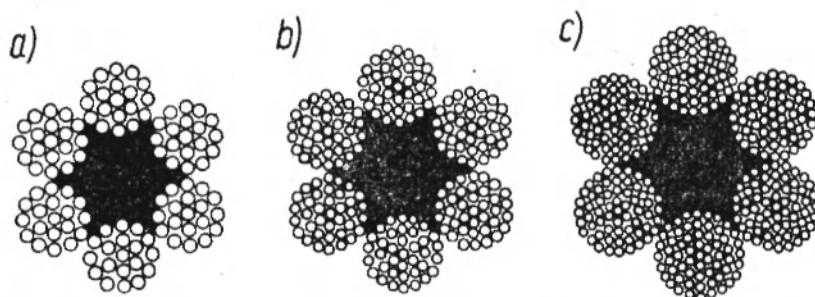
Trzeba pamiętać, że im większa jest średnica drutu w linie, tym większa powinna być średnica bębna i krążka, im większa grubość liny tym większa szerokość krążków i długość bębna, lina bowiem o mniejszej średnicy drutu jest bardziej giętka.

Dla dźwignic stosuje się różnego rodzaju liny okrągłe. Do obwiązywania ciężarów używa się zwykle lin splotowych w splotcie przeciwzwitym z rdzeniami włókiennymi w każdej splotce.

Na żurawiach najczęściej używane są liny następujących konstrukcji:

Lina 114-drutowa o splotcie przeciwzwitym skrecona z 6 splotek na rdzeniu z włókien. Każda ze splotek spleciona z 6 dru-

tów na drucie rdzenia w pierwszej warstwie, oraz 12 drutów w drugiej warstwie (rys. 28a).



Rys. 28. Przekroje lin dźwigowych dla żurawi: a) lina 114 drutowa jednowarstwowa, b) lina 222 drutowa jednowarstwowa, c) lina 366 drutowa jednowarstwowa

Oznaczenie

$$6 \times (1 + 6 + 12) + 1 k$$

Według katalogu lin stalowych nr 12 kk/1 wydanego przez Centralę Handlową Przemysłu Metalowego oznacza się liny w sposób następujący: liczba przed nawiasem oznacza ilość splotek w linii, liczby kolejne w nawiasie oznaczają rdzeń w splotce, ilość drutów w każdej warstwie splotki, liczby za nawiasem — ilość rdzeni.

Lina 222-drutowa o splotce przeciwzwitym skrecona z 6 splotek na rdzeniu z włókien. Każda ze splotek spleciona z 6 drutów na drucie rdzenia w pierwszej warstwie, 12 drutów w drugiej warstwie i 18 drutów w trzeciej warstwie (rys. 28b).

Oznaczenie

$$6 \times (1 + 6 + 12 + 18) + 1 k$$

Lina 366-drutowa w splotce przeciwzwitym skrecona z 6 splotek na rdzeniu z włókien. Każda ze splotek spleciona z 6 drutów na drucie rdzenia w pierwszej warstwie, 12 drutów w drugiej warstwie, 18 drutów w trzeciej warstwie i 24 drutów w czwartej warstwie (rys. 28c).

Oznaczenie

$$6 \times (1 + 6 + 12 + 18 + 24) + 1 k$$

Najprostszym oznaczeniem lin jest podanie ilości splotek, drutów i rdzeni w linii (np.  $6 \times 37 + 1$ ). Pierwsza liczba oznacza ilość splotek, druga — ilość drutów w splotce, a trzecia — ilość rdzeni.

#### 4. Bębny i krążki linowe

Jak już wspomniano do nawijania lin w czasie podnoszenia ciężarów służą bębny, wykonane jako odlewy żeliwne, stalowe lub spawane z blachy stalowej. Należy stosować bębny i krążki o możliwie największej średnicy. Im większą średnicę ma bęben lub krążek linowy w stosunku do średnicy najgrubszego drutu w linie, tym mniej jest narażona lina na naprężenia zginające i tym później występuje zjawisko zmęczenia, dzięki czemu lina jest trwalsza i bezpieczniejsza w pracy.

Średnica  $D$  bębnow i krążków linowych przyjmuje się:

przy napędzie mechanicznym  $D = 500-800 \delta$

przy napędzie ręcznym  $D = 300-500 \delta$

gdzie:  $D$  — średnica bębna, krążka,  $\delta$  — średnica drutu w mm, z którego lina jest wykonana.

Właściwe średnice bębnow i krążków dla lin w zależności od ich konstrukcji i przeznaczenia są podawane w katalogach fabrycznych.

Bębny i krążki linowe muszą być starannie i dokładnie wykonane, pewnie zamocowane na osi i zabezpieczone przed przesuwem, „rzucaniem się” i nicosiowym obracaniem, aby nie powstawały dodatkowe naprężenia skracające czas użytkowania i powodujące uszkodzenie liny. Bębny powinny być tak skonstruowane, aby gwarantowały prawidłowe nawijanie się liny tylko jedną warstwą. Powierzchnia cylindryczna bębna powinna mieć rowki biegnące w linii śrubowej, profilowane odpowiednio do konstrukcji lin stalowych nawijanych na bębnie, a wymiary rowków utrzymane w granicach podanych w tabl. 4.

Przekładnie zębate bębna powinny być osłonięte w celu zapewnienia bezpieczeństwa. Linę na bębnie należy zamocować w taki sposób, aby nie mogła wyrwać się i nie była narażona na uszkodzenia. Końce lin nawijanych na bęben przeprowadza się przez płaszcz bębna do gniazda i zamocowuje się za pomocą zacisków, klamer, klinów itp. Brzegi otworów, przez które przechodzi lina,

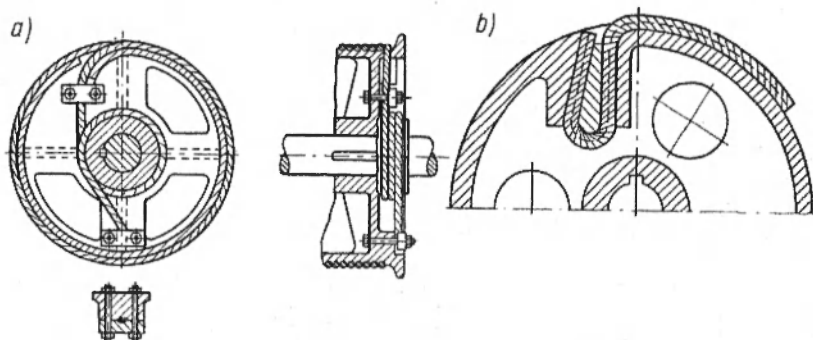
Tablica 4

Dopuszczalne odchyłki wymiarowe rowków w bębnach, krążkach, kołach linowych (wg źródeł radzieckich)

Średnica liny ( $d$ ) w mm	Minimalna średnica rowka w mm	Maksymalna średnica rowka w mm
12 i mniej	$d + 0,8$	$d + 2,5$
od 13 do 26	$d + 1,5$	$d + 3,5$
od 27 do 50	$d + 2,5$	$d + 5,0$
powyżej 50	$d + 4,0$	$d + 6,5$

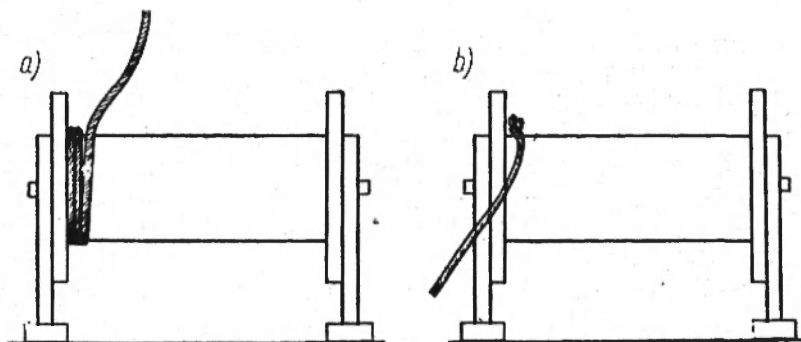
powinny być zaokrąglone. Bezpieczne zamocowanie końca liny na bębnie za pomocą zacisków i klinów jest pokazane na rys. 29.

Aby praca była bezpieczna to — niezależnie od prawidłowego zamocowania końca liny, właściwego doboru średnicy bębna, należy jeszcze przestrzegać następujących warunków: długość



Rys. 29. Zamocowanie końców liny do bębna: a) za pomocą zacisków, b) za pomocą klinów

liny założonej na bęben powinna być tak wyliczona, aby przy najniższym położeniu haka dźwignicy (0,5 m nad terenem) pozostawało na bębnie co najmniej 2—2,5 rezerwowych nie odwiniętych zwojów liny dla odciążenia umocowania końców liny. Rezerwowe zwoje liny podczas pracy zawsze powinny być nawinięte na bębnie (rys. 30). Niedotrzymanie tego warun-

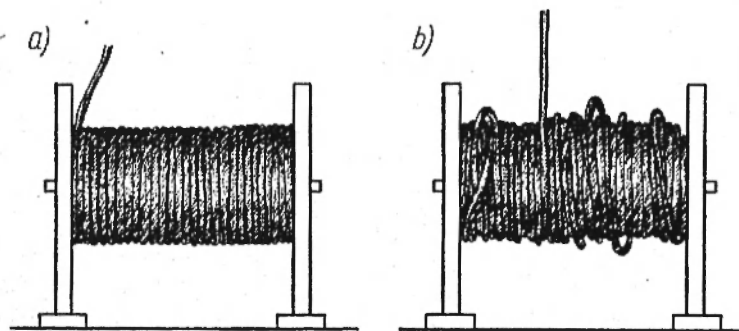


Rys. 30. Odwinięcie liny z bębna przy najniższym poziomie haka nad terenem: a) prawidłowe, b) nieprawidłowe

ku często bywa przyczyną wypadku, lina bowiem może się zerwać. Poza tym należy bardzo uważnie śledzić, aby zwoje

liny nawijają się na bęben równolegle, a nigdy na ukos. Zwoje na bębnie powinny dokładnie przylegać do siebie i nie posiadać luzów, w przeciwnym razie podczas opuszczania ciężaru następują niekorzystne, raptowne szarpnięcia i wstrząsy, które niszczą linę (rys. 31). Bębny dla prawidłowego nawijania liny powinny być wyposażone w układacze linowe lub urządzenia dociskające linę. Niedopełnienie wymienionych warunków może spowodować zerwanie liny lub przedwczesne jej zużycie.

Lina nawijana na bęben zmienia położenie przesuając się wzdłuż bębna, wskutek czego powstają różne pochylenia liny w stosunku do osi bębna. W celu zapewnienia bezpiecznego i prawidłowego nawijania się liny na bęben pochylenie liny



Rys. 31. Nawijanie liny na bęben: a) prawidłowe, b) nieprawidłowe

w stosunku do osi nie powinno być większe niż 1 : 10 dla bębnow rowkowanych i 1 : 40 dla bębnow gładkich.

Bęben należy z obydwu stron zaopatrzyć w tarcze (kołnierze), aby zapobiec spadnięciu lin. Średnica tarczy powinna być tak duża, aby po pełnym nawinięciu liny krawędź tarczy wystawała o pięć średnic liny.

Liny, które spadły z bębna i dostały się pomiędzy koła zębate lub na których powierzchni powstały węzły, pętle itp. muszą być przed dalszym użyciem dokładnie zbadane w celu ustalenia stopnia uszkodzenia.

Bębny powinny być badane pod względem ich sprawności technicznej w okresach co najmniej jednomiesięcznych.

Przy badaniu między innymi należy sprawdzić:

a) stan techniczny pod względem uszkodzeń mechanicznych (rysy, pęknięcia itp.),

- b) grubość ścianki bębna, która nie może być cieńszą w najbardziej zużytych miejscach niż 50% pierwotnej grubości,
- c) czy ułożyskowanie osi bębna nie wykazuje luzów, a elementy zabezpieczające przed przesuwem i obrotem znajdują się w stanie gwarantującym bezpieczne zamocowanie osi,
- d) czy bęben w czasie ruchu nie wykazuje drgań, stuków lub nadmiernego nagrzewania się łożysk,
- e) zamocowanie końca liny do bębna,
- f) czy lina na bębnie w czasie obrotu układa się prawidłowo,
- g) prawidłowość działania układacza liny lub urządzenia dociskającego linę do bębna.

W celu przedłużenia okresu eksploatacyjnego liny i zwiększenia bezpieczeństwa pracy należy przestrzegać aby:

- a) przy zakładaniu lin na bęben nie występowały wewnętrzne naprężenia spowodowane niedbałym nakładaniem liny,
- b) obciążenie liny do granic dopuszczalnego obciążenia roboczego w pierwszych godzinach pracy było przeprowadzone stopniowo w celu wyrównania naprężeń między splotkami liny.

Krażki, koła linowe, itp., przez które przewijają się liny powinny odpowiadać następującym warunkom:

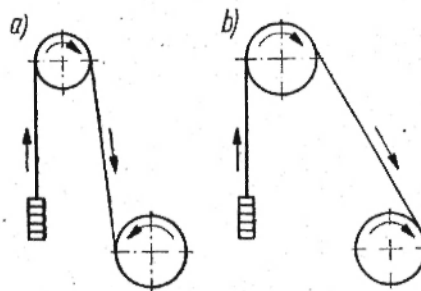
- a) rowki powinny być zupełnie gładkie i o takim profilu aby trzecia część obwodu liny spoczywała na powierzchni,
- b) powinny obracać się lekko na swojej osi,
- c) mieć odpowiednie zabezpieczenie w przypadkach, gdy istnieje możliwość spadnięcia liny z krażka, koła itp. (np. krażki linowe kierujące na wysięgnikach żurawi).

Pierwsze dwa warunki zabezpieczają linę przed przedwczesnym zużyciem, ostatni zaś przed zniszczeniem liny lub jej zerwaniem.

Przy zakładaniu lin na krażki należy uważać, aby lina nie była przeginana w różnych kierunkach, a kierunek przeginania był utrzymany stale ten sam (rys. 32).

Przy badaniu i kontroli krażków linowych należy zbadać:

- a) stan techniczny krażka linowego pod względem uszkodzeń: pogięcia, zwichrowania, popękania, wyszczerbienia oraz



Rys. 32. Przegięcia liny na krażkach: a) nieprawidłowe, b) prawidłowe

stopień zużycia (obrzeże, wyrobienie rowka),

b) czy kształt i wymiary rowka odpowiadają średnicy liny,

c) czy średnica krążków w zależności od średnicy liny odpowiada wymaganym wielkościom,

d) czy krążek ma zabezpieczenie przed wypadnięciem liny.

## 5. Obciążanie lin

W celu ustalenia dopuszczalnych obciążeń roboczych należy zapoznać się z rodzajami obciążeń zrywających.

Rozróżnia się trzy rodzaje obciążeń zrywających:

1) obciążenie zrywające teoretyczne, przy ustalaniu którego bierze się pod uwagę przekrój pracującej liny, a więc ilość drutów, ich przekrój oraz nominalną wytrzymałość poszczególnego drutu;

2) obciążenie zrywające średnie, tj. suma odczytanych na maszynie do zrywania obciążeń zrywających dla poszczególnych drutów;

3) obciążenie zrywające rzeczywiste, ustalone na maszynie zrywającej w czasie zerwania całej liny.

Wszystkie trzy rodzaje obciążeń zrywających mają zastosowanie w praktyce, zasadniczym jednak obciążeniem zrywającym jest obciążenie rzeczywiste. Obciążenie zrywające teoretyczne podaje się w katalogach i jest ono obciążeniem zrywającym nominalnym — orientacyjnym. Obciążenie zrywające średnie jest średnią obciążeń zrywających dla poszczególnych drutów, nie pokrywa się z obciążeniem zrywającym rzeczywistym i jest wyższe od niego o 5 do 20%. Obciążenie zrywające rzeczywiste jest niższe niż teoretyczne o 15 do 20% zależnie od ilości drutów w linie.

Dopuszczalne obciążenie robocze wyznacza się na podstawie świadectw fabrycznych, tablic stwierdzających rodzaj tworzywa i obciążenie zrywające liny ustalone na maszynie zrywającej (obciążenie zrywające rzeczywiste). W braku takiego świadectwa lina powinna być oddana do laboratorium wytrzymałościowego w celu ustalenia obciążenia zrywającego rzeczywistego.

Jeżeli liny, zaopatrzone w świadectwo fabryczne lub zaświadczenie laboratorium wytrzymałościowego, zostały pocięte na kilka odcinków, to wyniki badań przeprowadzonych dla całej liny są wystarczające dla poszczególnych odcinków.

Współczynniki bezpieczeństwa lin stalowych w dźwignicach w zależności od ich przeznaczenia przyjmuje się:

a) przy podnoszeniu ciężarów	5— 8
b) przy urządzeniach przeznaczonych do transportu roztopionego metalu	8
c) przy podnoszeniu ciężarów i ludzi	8—12
d) przy podnoszeniu wyłącznie ludzi	12
e) przy dźwigach towarowych	12
f) przy dźwigach osobowych	17,5—20

Współczynnik bezpieczeństwa lin stalowych używanych przy dźwigach (windach) osobowych i towarowych zgodnie z normą PN/M-06500 określa się zależnie od szybkości ruchu kabiny i ustala przy windach bębnowych wg wzoru:

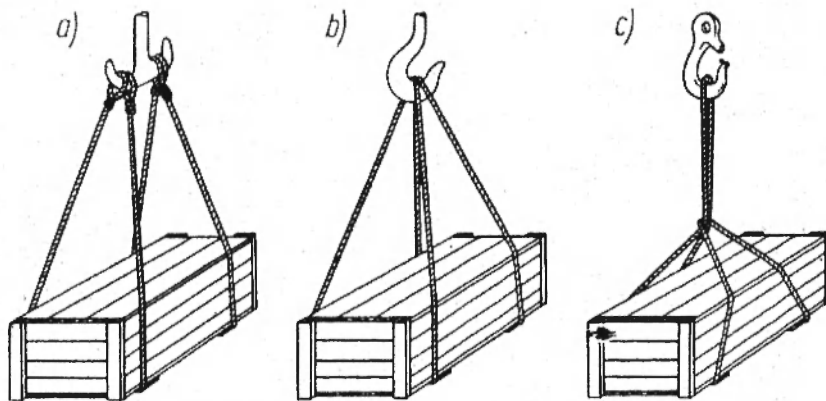
$$S = S_0 \left( 1 + \frac{V}{2} \right)$$

gdzie:

$S_0$  — zasadniczy współczynnik bezpieczeństwa równy 10 przy windach osobowych z wciągarką bębnową i 7 przy windach towarowych z wciągarką bębnową,

$V$  — szybkość jazdy kabiny w m/sek.

Normalna szybkość jazdy nie powinna w zasadzie przekraczać 1,5 m/sek.



Rys. 33. Różne sposoby zawieszania skrzyń: a) za pomocą dwóch zawiesi linowych jednociegnowych bez obwiązywania, b) za pomocą dwóch zawiesi linowych o obwodzie zamkniętym bez obwiązywania, c) za pomocą jednego zawiesia linowego o obwodzie zamkniętym z obwiązywaniem

Współczynniki bezpieczeństwa dla linii i łańcuchów wchodzących w skład zawiesi ustalone na podstawie praktyki dla zawiesi linowych i łańcuchowych, zakończonych hakami i pętlami lub pierścieniami oraz zawiesi o obwodzie zamkniętym, przeznaczonych tylko do zawieszania lub podtrzymywania ciężarów bez ich obwiązywania (rys. 33a, 33b) wynoszą:

przy użyciu zawiesi szalowych manilowych i konopnych 7—8 (tabl. 5 i 6)  
 przy użyciu zawiesi stalowych 5—7  
 „ „ „ łańcuchowych 4—5 (tabl. 11)

Współczynniki bezpieczeństwa zawiesi, zakończonych hakami i pętlami lub pierścieniami, przeznaczonych

Tablica 5

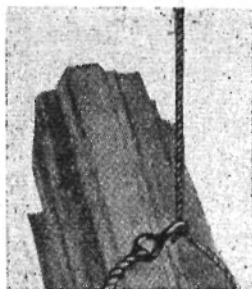
Liny manilowe  
 Dopuszczalne obciążenie robocze pojedynczej liny w kG  
 (7-krotny współczynnik bezpieczeństwa)

Średnica liny	Lina wisi pionowo	Kąty rozwarcia liny		
		45°	90°	120°
	⊥	90% ⊥	70% ⊥	50% ⊥
14	170	155	120	85
16	220	200	155	110
18	280	255	195	140
20	340	310	240	170
22	400	370	280	200
24	480	440	335	240
26	550	505	385	275
28	630	580	440	315
30	710	650	500	355
32	800	735	560	400
34	890	820	625	445
36	980	900	685	490
38	1070	985	755	535
39	1180	1080	825	590
44	1410	1300	990	705
48	1660	1530	1160	830
52	1920	1760	1350	960
56	2190	2010	1530	1095
60	2470	2270	1730	1235
64	2760	2540	1930	1380
72	3390	3120	2370	1695
80	4050	3720	2830	2025
88	4730	4350	3310	2365
96	5440	5000	3800	2720
104	6180	5680	4320	3090

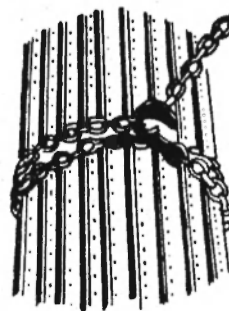
Liny konopne

Dopuszczalne obciążenie robocze pojedynczej liny w kG  
(8-krotny współczynnik bezpieczeństwa)

Średnica liny	Lina wisi pionowo	Kąty rozwarcia liny		
		45°	90°	120°
	⊥	∧	∧	∧
mm	⊥	90% ⊥	70% ⊥	50% ⊥
13	130	120	90	60
16	200	180	140	100
18	250	225	175	125
20	300	270	210	150
23	400	360	280	200
26	500	450	350	250
29	600	540	420	300
36	1000	900	700	500
39	1200	1080	840	600
46	1600	1440	1120	800
52	2100	1900	1450	1000
60	2400	2160	1700	1200
70	2800	2500	2000	1400
80	3300	3000	2300	1600
90	4100	3700	2900	2000
100	5100	4600	3600	2500








Rys. 34. Zawieszenie tarcicy za pomocą linowego zawiesia jednociegnowego z obwiązywaniem



Rys. 35. Zawieszenie stali profilowej za pomocą zawiesia łańcuchowego jednociegnowego z obwiązywaniem

Tablica 7

**Dopuszczalne obciążenie robocze w kG  
dla zawiesi włókiennych, wykonanych z lin szałowych  
przy różnych sposobach zawieszania ciężarów**

Śred- nica liny w mm	Obciążenie zrywające liny w kG	Zawiesia o obwodzie zamkniętym		Zawiesie jednocięgnowe		Zawiesia czterocięgnowe
		z podtrzymy- waniem	z obwiązywani- em	z obwiązywani- em		z podtrzymy- waniem
		a)	b)	c)	d)	e)
						
20	2200	640	440	220		640
22	2600	740	520	260		740
24	3100	880	620	310		880
26	3700	1060	740	370		1060
28	4000	1140	800	400		1140
30	4900	1400	980	490		1400
32	5200	1440	1040	520		1440
34	6000	1720	1200	600		1720
36	6700	1920	1340	670		1920
38	7000	2000	1400	700		2000
40	8200	2340	1640	820		2340
44	9500	2720	1900	950		2720
48	11000	3140	2200	1100		3140
52	12800	3660	2560	1280		3660

## U w a g a :

- Dla zawiesi oznaczonych literami  
a, e — współczynnik bezpieczeństwa 7,  
b, c, d — współczynnik bezpieczeństwa 10 (Rozdział II, p. 5).
- Przy kącie rozwarcia między ciągnami poczynając od 45° dopuszczalne obciążenie robocze zmniejsza się odpowiednio w miarę zwiększania się kąta (Rozdział I, p. 4).
- Dla zawiesi oznaczonych literą a, podobnie jak przy zawiesiach wielocięgnowych jako nośne przyjmuje się tylko dwa ciągnia.

do zawieszania ciężarów przy jednoczesnym ich obwiązywaniu (rys. 33c, 34 i 35) wynoszą (tabl. 7):

przy użyciu zawiesi szałowych, konopnych, manilowych i stalowych 10—12  
„ „ „ łańcuchowych — 6

Współczynnik bezpieczeństwa zawiesi łańcuchowych, użytkowanych przy temperaturze  $-20^{\circ}\text{C}$  powinien być zwiększony o 100%.

Jeżeli znane jest obciążenie zrywające rzeczywiste zawiesi linowych lub łańcuchowych i współczynnik bezpieczeństwa, jaki należy zastosować dla danego rodzaju zawiesia oraz sposób zawieszania ciężaru, to z łatwością można obliczyć dopuszczalne obciążenie robocze posługując się wzorem

$$D.O.R. = \frac{O.Z.}{n}$$

gdzie:

- D.O.R. — dopuszczalne obciążenie robocze w kG,
- O.Z. — obciążenie zrywające rzeczywiste w kG,
- n — współczynnik bezpieczeństwa.

Jeżeli w tablicy obowiązującej dla danej liny są wymienione tylko dopuszczalne obciążenia robocze przy określonej wartości współczynnika bezpieczeństwa, a ze względu na sposób zawieszania ciężaru musi się zastosować większy współczynnik, to wielkość obciążenia zrywającego potrzebnego do obliczenia dopuszczalnego obciążenia przy żądanym współczynniku dla danej średnicy liny można uzyskać mnożąc wielkość dopuszczalnego obciążenia roboczego przez współczynniki bezpieczeństwa podane w tablicy.

Otrzymany iloczyn jest obciążeniem zrywającym liny.

Jak wynika z tabl. 5 dopuszczalne obciążenie robocze pojedynczej liny manilowej o średnicy 20 mm przy 7-krotnym współczynniku wynosi 340 kG, a więc obciążenie zrywające wyniesie  $340 \times 7 = 2380$  kG.

Właściwe obliczenie dopuszczalnego obciążenia roboczego jest rzeczą bardzo ważną, ponieważ przeciążenie zawiesi prowadzi do ciężkich, a nawet śmiertelnych wypadków.

W celu dokładniejszego zapoznania się ze sposobem obliczania dopuszczalnych obciążeń podaje się poniżej szczegółowe przykłady.

**Przykład 1.** Jakie jest dopuszczalne obciążenie robocze zawiesia linowego manilowego o obwodzie zamkniętym i średnicy liny 22 mm, użytego do zawieszania ciężaru z obwiązywaniem w sposób pokazany na rys. 33c.

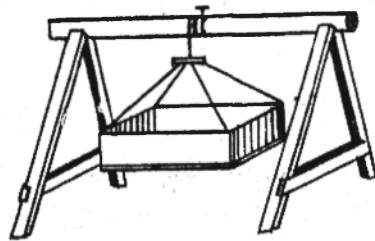
W tablicy 1 podane jest obciążenie zrywające dla liny manilowej o średnicy 22 mm, które wynosi 2830 kG. Dla zawiesia o obwodzie zamkniętym przy podanym sposobie zawieszania ciężaru obowiązuje 10- 12-krotny współczynnik bezpieczeństwa, przyjmując współczynnik bezpieczeństwa 12 i dzieląc 2830 kG przez 12 otrzymuje się dopuszczalne obciążenie robocze równe 236 kG liny pracującej w pionie. W danym przypadku przyjmuje się dwie liny jako nośne nie uwzględ-

niając bardzo małego kąta rozwarcia utworzonego między linami, a więc dopuszczalne obciążenie zawiesia  $236 \times 2 = 472$  kG.

**Przykład 2.** Jakie jest dopuszczalne obciążenie robocze dwóch lin stalowych jednocięgowych zawiesi o średnicy 18 mm przy wytrzymałości drutu  $180$  kG/mm<sup>2</sup>, użytych do zawieszania ciężaru bez obwiązywania w sposób pokazany na rys. 33a.

W tablicy 2 podane jest teoretyczne obciążenie zrywające dla liny o średnicy 18 mm, które stanowi 21830 kG. Do obliczenia dopuszczalnego obciążenia roboczego teoretyczne obciążenie zrywające liny obniża się o 20%, co stanowi 17464 kG. Przy zastosowaniu 8-krotnego współczynnika bezpieczeństwa otrzymuje się dopuszczalne obciążenie robocze dla pojedynczej liny pracującej w pionie wynoszące 2183 kg ( $17464 : 8 = 2183$  kG). W danym przypadku przyjmuje się dwie liny jako nośne. Przyjmując kąt rozwarcia  $45^\circ$ , jaki został utworzony między cięgnami, należy dopuszczalne obciążenie robocze pojedynczej liny zmniejszyć do 90%, co po przeliczeniu wyniesie 1964 kG, a dla dwóch lin 3928 kG. W ten sposób obliczone dopuszczalne obciążenie robocze dwóch stalowych linowych jednocięgowych zawiesi wyniesie 3928 kG.

Jeżeli nie jest znane obciążenie zrywające liny i nie ma możliwości oddania lin do laboratorium wytrzymałościowego, obciążenie zrywające można określić w przybliżeniu za pomocą prostego urządzenia przedstawionego na rys. 36.



Rys. 36. Urządzenia do określenia przybliżonego obciążenia zrywającego drutu

Odcinek drutu odpowiedniej długości wyjęty z liny przeznaczonej do badania należy przymocować jednym końcem do poprzecznej okrągłej belki drewnianego koziołka przez trzy- czterokrotne jej oplecenie i zakręcenie końca drutu wokół gwoździa wbitego w belkę.

Zamocowanie powinno być wykonane dokładnie, aby ewentualne zagięcia i skręcenia drutu nie miały wpływu na obniżenie obciążenia zrywającego. Drugi koniec obwiązuje się wokół drążka wykonanego z drewna, na którym zawieszają się metalową lub drewnianą skrzynkę przymocowując ją grubym drutem. Zrywający koniec drutu okręca się zwojami odcinka badanego drutu. Po zamocowaniu skrzynkę napełnia się stopniowo ostrożnie

małymi ilościami piasku. Skrzynkę wraz z piaskiem należy zważyć. W pewnym momencie pod działaniem ciężaru odcinek badanego drutu zerwie się.

Próby przeprowadza się trzykrotnie, a wyprowadzana z nich średnia jest obciążeniem zrywającym w kG jednego badanego drutu. Może się zdarzyć, że obciążenie zrywające jednej z trzech dokonanych prób będzie się różnić znacznie od dwóch pozostałych obciążeń zrywających. W tym przypadku przy obliczeniu średniej przyjmuje się dwa zbliżone do siebie wyniki. Obliczenie przeprowadza się wg wzoru

$$P = p \times l \times 0,8$$

gdzie:

- $P$  — obciążenie zrywające liny w kG,
- $p$  — obciążenie zrywające jednego drutu w kG.
- $l$  — ilość drutów,
- 0,8 — współczynnik poprawki (rozdział II, p. 5).

**Przykład.** Lina składa się z 222 drutów, obciążenie zrywające drutu (średnia z dwóch lub trzech obciążeń) = 96 kG.

$$P = 96 \times 222 \times 0,8 = 17\ 000 \text{ kG.}$$

Dopuszczalne obciążenie robocze oblicza się dzieląc obciążenie zrywające w kG przez współczynnik bezpieczeństwa 7 lub 8. Jeżeli w danym przypadku przyjmuje się współczynnik bezpieczeństwa 8, to dopuszczalne obciążenie robocze wyniesie  $17000 : 8 = 2125 \text{ kG}$ .

Obliczenie dopuszczalnego obciążenia roboczego liny stalowej możemy również przeprowadzić posługując się następującymi wzorami:

$$Q = i \times f \times \frac{R_r}{n}$$

gdzie:

- $Q$  — dopuszczalne obciążenie robocze w kG,
- $i$  — ilość drutów w lince,
- $f$  — powierzchnia przekroju pojedynczego drutu w  $\text{mm}^2$ ,
- $R_r$  — wytrzymałość drutu na rozwanie w  $\text{kG/mm}^2$ ,
- $n$  — współczynnik bezpieczeństwa.

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 d^2}{4}$$

gdzie:  $d$  — średnica jednego drutu w mm.

**Przykład.** Obliczyć dopuszczalne obciążenie robocze liny stalowej ze 114 drutów o średnicy drutu 1,4 mm przy wytrzymałości drutu na zerwanie  $180 \text{ kG/mm}^2$  i współczynniku bezpieczeństwa — 7.

Powierzchnię przekroju jednego drutu obliczamy według wzoru:

$$f = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 1,4 \times 1,4}{4} = 1,54 \text{ mm}^2$$

a więc:

$$Q = \frac{114 \times 1,54 \times 180}{7} = \frac{31590}{7} = 7897 \text{ kG}$$

Średnice i wielkości obliczeniowe lin stalowych

Tablica 8

Konstrukcja liny	Średnica liny $d$ w mm	Średnica drutu w mm	Powierzchnia przekroju wszystkich drutów w mm <sup>2</sup>	Obliczeniowe obciążenie zrywające liny w kG przy wytrzymałości drutu na rozzerwanie w kG/mm <sup>2</sup>		
				$R_1 = 130$	$R_2 = 160$	$R_r = 180$
Lina 114 drutowa (rys. 28a)	6,5	0,4	14,3	1860	2300	2550
	8	0,5	22,4	2900	3600	4050
	9,5	0,6	32,2	4200	5150	5800
	12,5	0,8	57,3	7450	9150	10300
	16	1,0	89,5	11650	14300	16100
	19	1,2	128,9	16750	20600	23200
	22	1,4	175,5	22800	28050	31600
Lina 222 drutowa (rys. 28b)	10	0,45	35,3	4600	5650	6350
	13	0,6	62,8	8150	10050	11300
	16	0,75	98,1	12750	15700	17650
	22	1,0	174,4	22650	27900	31400
	27	1,2	251,1	32650	40200	45200
	33	1,5	392,3	51000	62750	70600
	40	1,8	564,9	73450	90400	101700

Średnice i wielkości obliczeniowe lin stalowych dla dźwigni-  
cowych konstrukcji typu normalnego:

$6(1 + 6 + 12) + 1 k = 114$  drutów + rdzeń (rys. 28a)

$6(1 + 6 + 12 + 18) + 1 k = 222$  drutów + rdzeń (rys. 28b) po-  
dane są w tabl. 8.

Z dokładnością wymaganą dla zapewnienia bezpieczeństwa  
możemy określić najmniejszą średnicę liny w zależności od  
rodzaju zawiesia, sposobu zawieszania ciężaru i jego wielkości  
posługując się tablicą 9.

Tablica 9

Najmniejsza średnica liny w zależności od rodzaju zawiesia, wielkości ciężaru i sposobu uchwycenia ciężaru

Ciężar w tonach								
	Ilość lin w zawiesiu			Stosunek a : b				
	1	2	4	1 : 1	1 : 1,5	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2
	Średnica liny zawiesia w mm							
1	15,5	11	11	11	13	11	11	11
2	21,5	15,5	11	15,5	17,5	13	13	15,5
3	25	19,5	13	19,5	19,5	17,5	17,5	17,5
4	30	21,5	15	21,5	24	19,5	19,5	21,5
5	—	24	17,5	25	—	19,5	21,5	22
6	—	25	19,5	—	—	21,5	24	25
7	—	28	19,5	—	—	24	25	26
8	—	30	21,5	—	—	25	26	28
9	—	30	21,5	—	—	28	28	30
10	—	32,5	24	—	—	28	30,5	32,5
11	—	33,5	24	—	—	30,5	30,5	33,5
12	—	—	25	—	—	30,5	32,5	34,5
13	—	—	26	—	—	32,5	33,5	—
14	—	—	28	—	—	33,5	34,5	—
15	—	—	28	—	—	34,5	—	—

## 6. Kontrola i badanie lin

Dobry stan lin jest zasadniczym warunkiem bezpieczeństwa pracy. Każda lina oraz współpracujące z nimi ogniwa końcowe, pierścienie i haki, podlegają obowiązkowym kontrolom. Kontrola i badanie lin polega na stwierdzeniu ich stanu ogólnego, stanu poszczególnych części i stanu konserwacji pod względem bezpieczeństwa pracy oraz na określeniu bieżącej wartości użytkowej.

Kontrole należy przeprowadzać bieżąco i w okresach trymiesięcznych oraz półrocznych na obciążenie próbne. Kontrolę bieżącą lin dźwignicowych przeprowadza stała obsługa dźwignicy. Kontrolę zawiesi wydawanych z magazynu do pracy

i przyjętych po pracy przeprowadza upoważniony do tego pracownik, a w czasie pracy pracownik odpowiedzialny za bezpieczne zahaczenie ciężaru na haku dźwignicy. Kontrola okresowa powinna być przeprowadzana przez osoby mające przygotowanie techniczne oraz wiadomości w zakresie ustalania teoretycznego stopnia zużycia lin i łańcuchów.

Kontrola bieżąca jest to stałe codzienne sprawdzanie stanu lin przed rozpoczęciem pracy każdej zmiany, w czasie pracy i po zakończeniu pracy, oraz kontrola przestrzegania nie przekraczania dopuszczalnego obciążenia roboczego. Do głównych zadań kontroli bieżącej należy przed rozpoczęciem pracy staranne obejrzenie lin oraz sprawdzenie i upewnienie się, czy ich udźwig jest dostateczny w stosunku do wielkości podnoszonych ciężarów, po pracy zaś ponowne skontrolowanie, czy nie zostały one uszkodzone i nadają się do dalszego użytkowania.

Podczas badania lin (zawiesi) należy dokładnie skontrolować, czy ogniwa końcowe, pierścienie i haki są bezpiecznie z sobą złączone. Wszelkie wątpliwości należy niezwłocznie zgłaszać pracownikowi odpowiedzialnemu za okresowe badanie lin, który powinien zdecydować, czy lina nadaje się do dalszego użytkowania.

Kontrola w okresach trzymiesięcznych ma na celu sprawdzenie uszkodzeń i zużycia oraz określenie bieżącej wartości użytkowej lin, kontrola w okresach półrocznych polega na przeprowadzeniu obciążenia próbnego.

Liny stalowe przed przeprowadzeniem kontroli należy dokładnie oczyścić z brudu i zaoliwienia. Kontrola i badanie liny nośnej założonej na dźwignicy polega na zewnętrznych oględzinach liny podczas jej przesuwu i nawijania na bęben. Szybkość przesuwu liny nie powinna być większa niż 0,3—0,5 m/sek, aby kontrolujący mógł dokładnie widzieć miejsca uszkodzeń drutów i zewnętrznej korozji.

Szczególne uwagę należy zwracać na liny przeciwzwite, w których krótkie końce zerwanych drutów są źle widoczne i które pomimo dobrego zewnętrznego wyglądu mogą grozić zerwaniem.

Również należy sprawdzać zewnętrzne zużycie średnicy drutów liny. W celu określenia stopnia zużycia należy odgiąć koniec drutu w miejscu zerwania na odcinku najbardziej zużyтым i zmierzyć średnicę mikromierzem po uprzednim oczyszczeniu drutu z brudu i rdzy. Na podstawie pomiaru drutu ustala się zmniejszenie jego przekroju w stosunku do wymiaru pierwotnej średnicy drutu.

Liny stalowe powinny być zakwalifikowane jako nie nadające się do użytku, jeżeli:

— na długości równej ośmiokrotnej średnicy liny przeciwzwichniętej ilość widzialnych pęknięć drutów przekracza 10% ogólnej ilości drutów znajdujących się w linie, a liny współzwichniętej — 5%;

— zużycie zewnętrzne drutów liny przekracza 40% ich pierwotnej średnicy;

— jedna ze splotek liny jest uszkodzona;

— wydłużenie liny wynosi ponad 2% jej pierwotnej długości lub średnica liny na skutek wydłużenia zmniejszyła się o 10% w stosunku do pierwotnej średnicy;

— druty zaczynają pękać na całej długości liny po krótkim okresie pracy, a pęknięcia te mają charakterystyczne zerwania wskutek przewężenia;

— występują oznaki silnego zużycia, przerdzewienia, zgniecenia, zdeformowania lub innego poważnego uszkodzenia.

Należy pamiętać, że liny, w których następuje szybkie pęknięcie drutów (w krótkich odstępach czasu), są mniej bezpieczne nawet przy mniejszej ilości zerwanych drutów niż liny z większą ilością zerwanych drutów, jeśli pęknięcia te następują powoli, tj. w ciągu dłuższego czasu. Pęknięcia drutów występujące tylko pojedynczo i w większych odstępach od siebie, nie wpływają na pewność liny. W dobrze wykonanej linie drut pęknięty już w odległości ponad dwa skoki splotki liny od miejsca pęknięcia jest dzięki tarcia w pełni niosący.

Jeżeli przy kontroli stwierdzono zerwanie chociażby jednego drutu, lina powinna być badana w okresach jednomiesięcznych.

Przydatność lin stalowych do dalszego użytku na żurawach — można określić na podstawie liczby zerwanych drutów na długości skoku splotki liny, podanej w obowiązujących przepisach dla lin różnych konstrukcji. Normy zużycia lin stosowane w ZSRR podane są w tablicy 10.

Jeżeli stwierdzono, że na długości jednego skoku splotki liny, niezależnie od liczby popękanych drutów, zmniejszył się przekrój drutów w stosunku do średnicy pierwotnej, to liczba drutów (podana w tabl. 10) kwalifikująca linę do wyłączenia z eksploatacji powinna być zmniejszona w zależności od stopnia zużycia drutu.

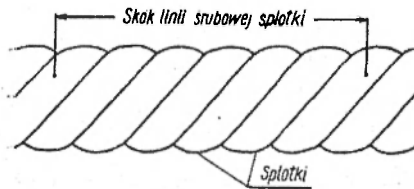
Skok splotki liny (skok linii śrubowej splotki) określa się w sposób następujący: na powierzchni którejkolwiek splotki

**Normy zużycia lin stosowanych przez Nadzór Kotłowy w ZSRR  
Liny na żurawiach (dźwignicach) i mechanizmach wyciągowych**

Przy współczynniku bezpieczeństwa	Konstrukcja lin							
	6 · 19 = 114 drutów i jeden rdzeń		6 · 37 = 222 druty i jeden rdzeń		6 · 61 = 366 drutów i jeden rdzeń		18 · 19 = 342 druty i jeden rdzeń	
	przeciw-zwita	współ-zwita	przeciw-zwita	współ-zwita	przeciw-zwita	współ-zwita	przeciw-zwita	współ-zwita
	Liczba zerwanych drutów na długości jednego skoku splotki liny, przy której lina powinna być zabrakowana							
do 6	12	6	22	11	36	18	36	18
6—7	14	7	26	13	38	19	38	19
powyżej 7	16	8	30	15	40	20	40	20

zaznacza się punkt, od którego odlicza się wzdłuż liny tyle splotek, z ilu jest skręcona lina; następną splotkę oznaczają się drugim punktem. Odległość między punktami przyjmuje się za skok linii śrubowej splotki liny (rys. 37).

Metody pośrednie badania lin nie dają całkowitej pewności do do istotnego stanu wytrzymałości liny, ponieważ wewnętrzny stan lin oceniamy tylko z widocznych oznak uszkodzeń zewnętrznych nie uwzględniając niewidocznych uszkodzeń wewnętrznych drutów liny powstałych na skutek pęknięć lub korozji.



Rys. 37. Skok linii śrubowej splotki

Uszkodzenie zewnętrznych drutów liny tylko w pewnej mierze mają wpływ na jej wytrzymałość. Wpływ ten możemy scharakteryzować stosunkiem przekroju drutów wewnętrznych do ogólnego przekroju liny, co procentowo wyraża się jak następuje:

Konstrukcja liny	Przekrój lin w % przypadający na druty wewnętrzne
6 × 37 + 1	51,5
6 × 61 + 1	60,5
18 × 19 + 1	58,0

Ustalenie stopnia zmniejszenia wytrzymałości liny stalowej, spowodowanej przez pęknięcie, przetarcie lub korozję, zarówno zewnętrznych i wewnętrznych drutów w linie, umożliwia bezpośrednią metodą elektromagnetyczną ulepszoną przez prof. M. Jeżewskiego i L. Szklarskiego z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Przy zastępowaniu tej metody badanie lin przeprowadza się za pomocą specjalnego przyrządu (defektoskopu). Przyrząd ten jest zbudowany na zasadzie magnetycznej i wykorzystuje zjawisko, że pole magnetyczne na zewnątrz namagnesowanej liny jest nieco inne w miejscach, gdzie znajdują się wewnętrzne uszkodzenia liny. Po namagnesowaniu liny elektromagnesem, w miejscach gdzie lina jest nieuszkodzona, linie indukcji magnetycznej przebiegają mniej więcej równoległe do osi liny, natomiast w miejscach gdzie lina ma pęknięte, przetarte lub przerdzewiałe druty, pola rozproszenia i linie indukcji magnetycznej powstające w pobliżu liny mają kierunek zbliżony do prostopadłego do osi liny.

Lina nieuszkodzona nie daje większych wychyleń oprócz drobnych ząbków spowodowanych przez słabe pola rozproszenia występujące między splotkami liny. W wyniku badania uzyskujemy diagram nanoszony automatycznie przez przyrząd piszący na taśmę papieru, na którym wychylenia oznaczają uszkodzenia.

Badanie lin metodą elektromagnetyczną, przyczyni się nie tylko do zapobiegania przedwczesnemu zdejmowaniu lin, znajdujących się jeszcze w dobrym stanie, ale zwiększa bezpieczeństwo pracy i przynosi oszczędności w gospodarce z linami. Przy badaniu lin nie zachodzi potrzeba zdejmowania lin z bębnow ani oczyszczenia liny ze smaru. Badanie jest zupełnie zmechanizowane.

Należy nadmienić, że metoda elektromagnetyczna nie wykrywa czynników zmniejszenia wytrzymałości liny powstałych wskutek zmęczenia materiału. Próby ustalenia związku między zjawiskami zmęczenia a magnetyczną i elektryczną charakterystyką badanego materiału dotychczas nie dały pozytywnych wyników. Badania eksperymentalne wykazały, że istnieją możliwości zastosowania metody magnetyczno-mechanicznej, jednak wymaga to dalszych badań i skonstruowania specjalnej aparatury pomiarowej.

Dla każdej liny w dźwignicach oraz dla zawiesi linowych należy założyć książkę kontroli, która powinna zawierać m. in. następujące rubryki:

- 1) data założenia liny lub data wycofania zawiesia do użytkowania,
- 2) charakterystyka liny (konstrukcja, średnica w mm, obciążenie nrywające liny w kG oraz wytrzymałość drutu w kG/mm<sup>2</sup>),
- 3) data i wyniki kontroli okresowych trzymiesięcznych,
- 4) data i wyniki kontroli okresowych półrocznych,
- 5) uwagi,
- 6) podpis sprawdzającego.

Wyniki okresowych kontroli trzymiesięcznych i półrocznych należy wpisywać do książki kontroli lin. Wyniki kontroli stwierdza własnoręcznym podpisem pracownik odpowiedzialny za gospodarkę linami. Książka kontroli lin powinna być ponumerowana, osznurowana i podpisana przez kierownictwo zakładu pracy.

Jeżeli lina nie ma świadectwa, to nie może ona być wpisana do książki kontroli do czasu przeprowadzenia prób wytrzymałościowych w laboratorium wytrzymałościowym lub przez instytucje do tego upoważnione i wydania świadectwa, które jest równoznaczne ze świadectwem wytwórni. Świadectwa powinny być przechowywane i dołączane do książki kontroli lin.

Ostatnio do badania lin i łańcuchów zostały wprowadzone prześwietlenia promieniami Roentgena. Do tego celu służą odpowiednio przystosowane małe przenośne aparaty roentgenowskie. Prześwietleń dokonuje się bez zdjęcia liny z dźwignicy.

Kontrola w okresach półrocznych lin służących do podwieszania ciężarów na haku dźwignicy polega na przeprowadzeniu próbnego ich obciążenia, łącznie z końcowymi ogniwami, pierścieniami, hakami itp., ciężarem o 100% większym od dopuszczalnego obciążenia roboczego.

Po dokonanej próbie linę bada się na ewentualne uszkodzenie i w zależności od stwierdzonego stanu kwalifikuje się je do dalszej pracy.

Próbie na obciążenie przeprowadza się przed użyciem nowej liny, a następnie w okresach sześciomiesięcznych, również wtedy, jeżeli w tym okresie lina nie była oddana do eksploatacji.

Dla przeprowadzenia kontroli na obciążenie próbne lin służących do podnoszenia ciężarów stosowane są specjalne urządzenia, które powinny mieć w miarę możliwości napęd hydrau-

liczny. Urządzenie do mierzenia obciążenia próbnego powinno umożliwiać dostatecznie dokładne odczytywanie obciążeń i być zalegalizowane przez Państwowy Urząd Miar.

## 7. Przechowywanie i konserwacja lin

W praktyce często nie doceniamy znaczenia i korzyści jakie otrzymujemy przez właściwe przechowywanie i staranną konserwację lin. Liny na skutek niewłaściwego przechowywania, złej konserwacji i nieumiejętnego obchodzenia się z nimi ulegają niejednokrotnie częściowemu uszkodzeniu, zanim zostaną oddane do użytkowania.

Liny stalowe dostarczone z zakładów przemysłowych nawinięte są na bębny (szpule) drewniane chroniące linę przed uszkodzeniami lub zwinięte w kręgi. Wyładunek i załadunek lin z wagonów lub samochodów należy dokonywać z zachowaniem wszelkich środków ostrożności. Przy wyładunku bębnow i kręgów z wagonów i samochodów nie wolno ich zrzucić, a trzeba je staczać przy użyciu pochylni lub innych urządzeń. Pochylnia może być wykonana z dwóch belek drewnianych połączonych między sobą poprzeczkami wykonanymi z drewna lub metalu.

Bębny ładuje się na samochód w ten sposób, aby osie bębnow znajdowały się w kierunku jazdy.

Przyjęte liny na bębnach lub zwinięte kręgi należy zaopatrzyć w przytwierdzone drewniane lub metalowe etykiety z wyszczególnieniem w nich danych dotyczących charakterystyki liny, dane te powinny być wpisane do książki ewidencji lin.

Książka ewidencji lin powinna zawierać między innymi następujące rubryki:

- 1) numer kolejny,
- 2) adres wytwórni,
- 3) data odbioru,
- 4) charakterystyka liny (konstrukcja, średnica w mm, obciążenie zrywające linę w kG i wytrzymałość drutu w kG/mm<sup>2</sup>, ciężar 1 metra bieżącego liny itp.).

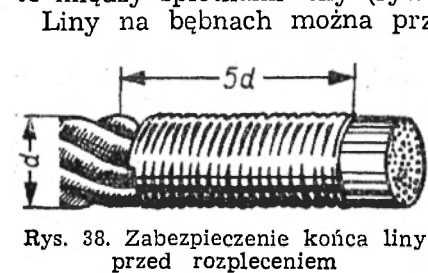
Poszczególne rubryki wypełnia się na podstawie świadectwa (atestu), które powinno być dostarczone przez wytwórnię.

Liny stalowe należy przechowywać w pomieszczeniach czystych, chłodnych, suchych i dobrze przewietrzanych zaopatrzonych w podłogę i szczelny dach. Pomieszczenia te powinny

mieć podłogi drewniane lub betonowe. Jeżeli pomieszczenie nie jest wyposażone w podłogę to należy wykonać betonowy fundament (podwyższenie), na którym ustawi się bębny z linami i kręgi. Przechowywanie lin bezpośrednio na ziemi, w pomieszczeniach gorących, lub narażonych na działanie kwasów jest niedopuszczalne. Bębny i kręgi powinny być układane w jeden rząd, układanie ich w stosy jest niewskazane.

Temperatura w pomieszczeniach powinna wynosić od  $+10$  do  $20^{\circ}\text{C}$ . Wyższa temperatura może spowodować wypłynięcie smarów z liny lub rdzenia.

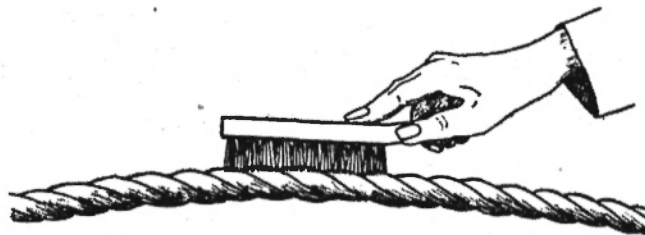
Końce lin stalowych należy zabezpieczyć przed rozpleceniem się przez nawinięcie tzw. „opaski” z drutu. Szerokość opaski nie powinna być mniejsza niż 5-krotna średnica liny. Końce drutu użytego na opaski powinny być dokładnie skręcone i zgięte między splotkami liny (rys. 38).



Rys. 38. Zabezpieczenie końca liny przed rozpleceniem

Liny na bębnach można przetaczać ręcznie lub za pomocą drągów drewnianych. Drągów metalowych nie należy używać, gdyż można łatwo uszkodzić linę. Końce drągów należy podkładać pod boki bębna nigdy jednak pod linę. Lin uszkodzonych nie wolno przechowywać razem z linami zdarnymi do użytku. Liny uszkodzone należy

przechowywać w oddzielnym zamkniętym na klucz pomieszczeniu, aby uniknąć możliwości użycia niewłaściwej liny.

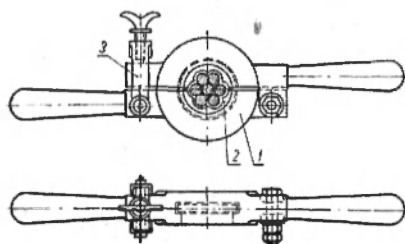


Rys. 39. Czyszczenie liny za pomocą szczotki drucianej

Konserwacja lin stalowych polega na starannym i regularnym oczyszczaniu powierzchni oraz dokładnym ich smarowaniu (natłuszczeniu). Konserwacja lin stalowych chroni druty przed rdzewieniem, zmniejsza tarcie pod obciążeniem, zapobiega szybkiemu przecieraniu się, stwarza warunki bezpieczniejszej pracy

oraz — jak wykazują doświadczenia — przedłuża okres ich użytkowania 2- a nawet 4-krotnie. Smarowanie lin stalowych nie może ograniczyć się jedynie do zewnętrznej powierzchni liny, lecz powinno być przeprowadzane także i wewnątrz.

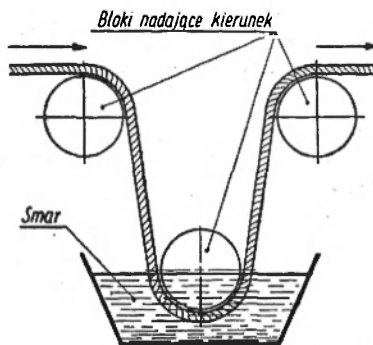
Przed przystąpieniem do smarowania liny należy ją starannie oczyścić z rdzy, brudu i pozostałości starego smaru. Oczyszcza się liny przemywając je naftą przy pomocy szczotki drucianej (rys. 39), a smaruje za pomocą twardego pędzla, nigdy



Rys. 40. Urządzenie do usuwania starego smaru z lin

jednak gołą ręką, ponieważ pęknięte lub podginane zerwane druty mogą spowodować skałeczenie. Dla usunięcia z liny smaru stosowane są obecnie odpowiednie urządzenia. Jedno z takich urządzeń jest pokazane na rys. 40. Składa się ono z dwóch załączonych części 1, zawierających dwudzielny zamocowany obrotowo pierścień 2, którego otwór ma kształt odpowiadający przekrojowi liny. Po rozchyleniu części 1 wraz z dwudzielnym pierścieniem 2 i zamknięciu urządzenia za pomocą zamka 3, w taki sposób aby otwór pierścienia 2 przylegał dokładnie do liny, przesuwamy urządzenie wzdłuż liny powodując obrót pierścienia 2, który zbiera stary smar.

Smarowanie wewnętrzne lin polega na nasyceniu rdzenia liny smarem na gorąco w ten sposób, aby wolne miejsca w lince, a przede wszystkim rdzeń liny zostały całkowicie wypełnione smarem. Temperatura smaru przy natłuszczeniu liny powinna wynosić latem 60 do 70° C, a zimą do 90° C. Smarowanie liny najlepiej wykonywać w specjalnie do tego przeznaczonych urządzeniach. Najprostsze takie urządzenie, w którym szybkość przesuwania liny przez kąpiel ze smarem wynosi 1—2 m/min jest pokazane na rys. 41.



Rys. 41. Urządzenie do natłuszczenia lin

Liny stalowe obiegowe, tj. pracujące na kołach i bębnach należy smarować zewnętrznie co 10—15 dni. Odstępy czasu smarowania wewnętrznego lin obiegowych są uzależnione od warunków i natężenia pracy liny — jednakże czynność tę należy wykonywać przynajmniej raz na trzy miesiące.

Liny stanowiące część zawiesi, należy czyścić starannie i natłuszczać zewnętrznie dla przeciwdziałania korozji, natomiast wewnętrznemu smarowaniu liny zawiesi nie podlegają.

Liny przechowywane przez dłuższy czas w magazynie należy dokładnie przeglądać, czyścić i smarować zewnętrznie. W przypadku ukazania się rdzy, liny należy przewinąć na bęben, oczyścić i nasmarować. Do smarowania lin najlepiej nadają się: naturalny dziegieć, olej cylindrowy, przygotowany olej lniany lub inne smary przeznaczone wyłącznie do tych celów.

Smary używane do natłuszczania lin powinny odpowiadać następującym warunkom:

- a) nie mogą zawierać kwasów, ługów oraz smół działających szkodliwie na druty i rdzenie i żadnych zanieczyszczeń mechanicznych (opiłki metalowe, piasek itp.);
- b) rozgrzane do temperatury 35—40° C powinny być rzadkie, aby mogły przenikać do wnętrza liny i swobodnie wypełniać miejsca między splotkami i drutami, a przede wszystkim należy je przesycać rdzeń liny;
- c) w normalnych warunkach pracy zachować swoją lepkość i ciągliwość, nie zmieniać właściwości chemicznych pod działaniem wilgotnego powietrza, wody i pyłów;
- d) w niskich temperaturach poniżej 0° C nie twardnieć ani kruszyć się.

Smary do lin należy przechowywać w specjalnych beczkach zaopatrzonych w krany umieszczone na wysokości kilku centymetrów powyżej dna, aby na dnie mogły osiadać mechaniczne domieszki i woda.

Zużycie smaru oblicza się wg normy, która przewiduje 3 gramy na każdy metr bieżący i milimetr średnicy liny.

**Przykład.** Jakie będzie zużycie smaru do natłuszczenia liny długości 50 m o średnicy 20 mm?

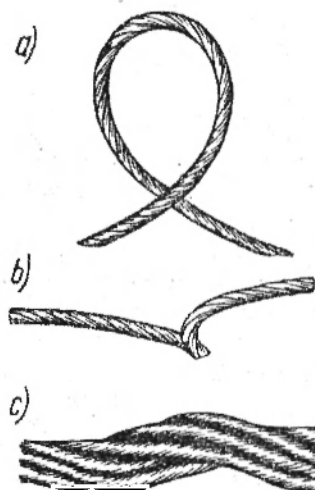
$$3 \times 20 \times 50 = 3000 \text{ g}$$

Do natłuszczania nowych lin zużycie smaru zwiększa się o 50%.

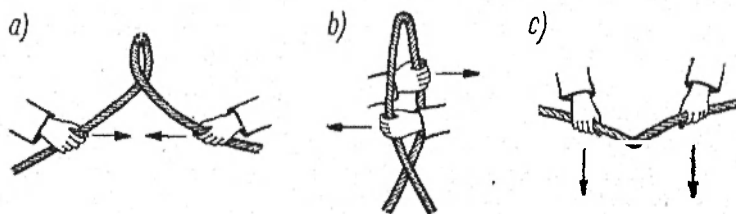
## 8. Odwijanie i przewijanie lin

Przy odwijaniu lin stalowych z bębnow i kregów oraz przewijaniu liny z bębna na bęben, jak również przy wszelkich manipulacjach z linami, należy uważać, aby nie dopuścić do tworzenia się pętli. Nieprawidłowe odwijanie lin, przy którym tworzą się pętli, może być przyczyną uszkodzenia liny. Każda pętla na lince zmniejsza jej wytrzymałość, a w niektórych przypadkach stopień wytrzymałości może się obniżyć do takich granic, że lina staje się niezdatna do użytku. Jeżeli pętli dają się nawet wyprostować i wyrównać, to przy obciążeniu liny część drutów zostanie nierównomiernie obciążona, a przez to lina nie jest bezpieczna w pracy.

Na rys. 42a widzimy pętli, którą można usunąć w sposób pokazany na rys. 43. Na rys. 42b pokazana jest pętli, która po wyprostowaniu zmniejsza wytrzymałość liny, a rys. 42c obrazuje nam miejsce w lince, na którym była utworzona pętli i następnie lina została wyprostowana. Usuwanie pętli na lince najlepiej dokonuje się siedząc i trzymając lincę na kolanach (rys. 43). Prawidłowe odwijanie lin polega na obracaniu bębna (kregów) w poziomej lub pionowej płaszczyźnie albo też nałożenie bębna na oś poziomą lub pionową, a następnie ciągnięcie liny za



Rys. 42. Tworzenie się pętli przy nieprawidłowym odwijaniu lin z bębna

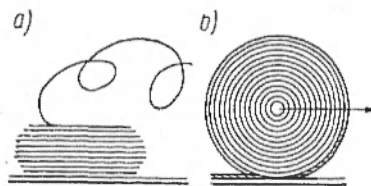
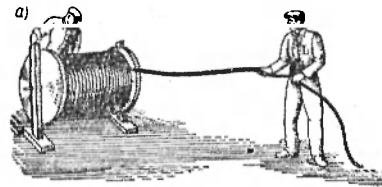


Rys. 43. Usuwanie pętli z liny drucianej: a, b, c) kolejność czynności

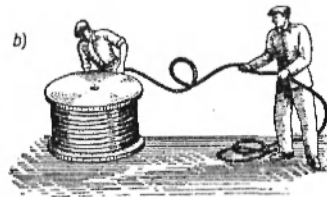
jej koniec, znajdujący się na zewnątrz, unikając zbyt gwałtownego odwijania.

Liny nie wolno odwijać z nieruchomo leżącego bębna lub kręgu, ani też przez zrzucanie lub podrywanie zwojów liny poprzez tarcze bębna.

Rys. 44 ilustruje nieprawidłowe i prawidłowe odwijanie lin z kręgów, a rys. 45 prawidłowe i nieprawidłowe odwijanie lin z bębna.



Rys. 44. Rozwijanie liny: a) nieprawidłowe, b) prawidłowe



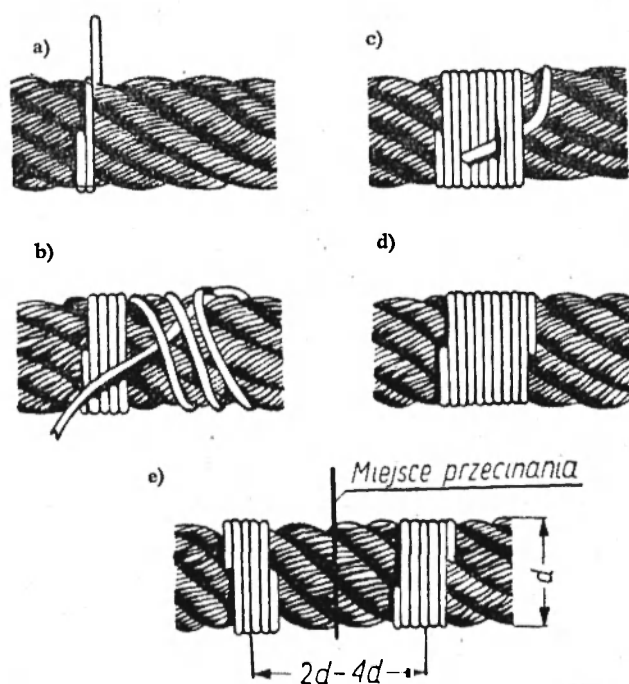
Rys. 45. Odwijanie liny z bębna: a) prawidłowe, b) nieprawidłowe

## 9. Przycinanie lin

Często zachodzi konieczność podziału liny stalowej na odcinki określonej długości. Czynność tę możemy wykonać przy pomocy ostrego kowalskiego przecinaka (przecinak z trzonkiem) i młotka, piły tarczowej lub innych specjalnych urządzeń.

Aby zabezpieczyć przed rozkręceniem się splotek i drutów końców liny podczas przycinania należy nałożyć z prawej i lewej strony od wyznaczonego miejsca przycinania dwie ochronne opaski, tzn. należy okręcić linę w dwóch miejscach miękkim drutem, zachowując odległość między opaskami równą 2—4-krotnej średnicy liny. Zależnie od grubości i konstrukcji liny szerokość opaski nie powinna być mniejsza niż 2—6-krotna średnica liny. Przygotowanie liny do przecięcia jest pokazane na rys. 46. Jeżeli linę mamy przycinać przy pomocy przecinaka to należy położyć ją na metalowej podkładce, umieszczonej na kowadle lub innym ciężkim przedmiocie. Przed przystąpieniem do przycinania liny należy sprawdzić przydatność

narzędzi pod względem bezpieczeństwa pracy. Młotek powinien być mocno i pewnie obsadzony na zdrowej i gładkiej rękojeści wykonanej z twardego drewna, należycie zaklinowany. Płaszczyzna robocza młotka i łeb przecinaka muszą być bez pęknięć, zadziorów, tzw. grzybów. Przecinak poza tym powinien być dobrze zastrzony. Pracę należy wykonywać w rękawicach skórzanych i okularach chroniących oczy przed odpryskami przecinanej liny. Jeżeli przy przecinaniu liny opaski zostaną uszkodzone, należy zastąpić je nowymi.



Rys. 46. Przygotowanie liny do przecięcia: a, b, c, d, e) kolejność wykonania opaski

## 10. Węzły

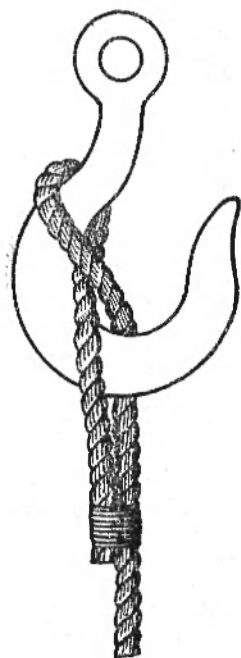
Podnoszenie, obwiązywanie i zaczepianie ciężarów na haku dźwigni przeprowadza się przy pomocy zawiesi, to jest odcinków lin i łańcuchów, których końce są zakończone na stałe

pętlami, ogniwami, pierścieniami, hakami itp. Niezależnie od stosowania zawiesi, przy połączeniu ciężarów z liną i ich przemieszczaniu, zwłaszcza przy pracach montażowych stosowane są również różnego rodzaju węzły.

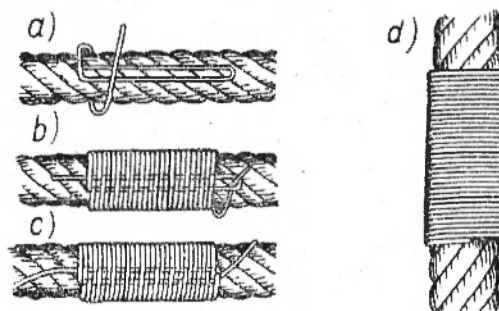
Najczęściej spotykane i stosowane w praktyce są między innymi: węzeł hakowy pojedynczy, węzeł hakowy podwójny, węzeł prosty, węzeł zaciskowy, węzeł szotowy, węzeł morski.

Węzeł hakowy pojedynczy stosuje się przy zawieszaniu lin włókiennych i stalowych na haku. Przy wiązaniu węzła hakowego należy zwracać uwagę, aby krótszy koniec liny, który ma pozostać luźny, znajdował się pod spodem, a koniec liny, który zostanie obciążony pozostał na wierzchu skrzyżowania (rys. 47).

Węzeł hakowy pojedynczy po zaciągnięciu powinien zostać zabezpieczony opaską w sposób pokazany na rys. 48



Rys. 47. Węzeł hakowy pojedynczy, po zaciągnięciu zabezpieczony opaską

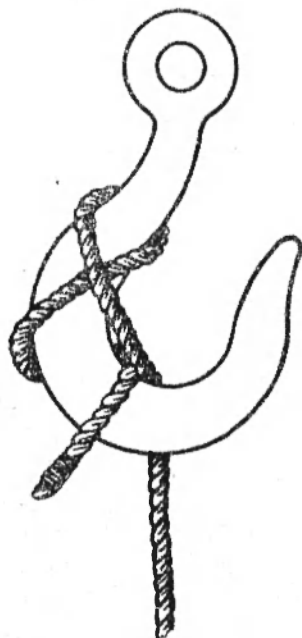


Rys. 48. Zabezpieczenie jednego końca liny opaską: a, b, c, d) kolejność wykonania opaski

Węzeł hakowy podwójny stosuje się podobnie jak węzeł hakowy pojedynczy do zawieszania lin włókiennych i stalowych (rys. 49).

Węzeł prosty (rys. 50) ma zastosowanie przy łączeniu końców lin włókiennych jednakowej grubości. Jeżeli ten warunek nie zostanie dopełniony, lina cieńsza przy obciążeniu może się wysunąć z węzła. Węzeł prosty nie może być stosowany przy linach bardzo grubych i wtedy, kiedy lina ma być obciążona

większym ciężarem. W tym ostatnim przypadku węzeł zostałby tak mocno zaciśnięty, że nie można by go rozwiązać (rys. 51). Przy dłuższym okresie pracy dwa końce liny węzła z uwagi



Rys. 49. Węzeł hakowy podwójny po zaciągnięciu

na bezpieczeństwo pracy powinny być zabezpieczone opaską w sposób pokazany na rys. 52.

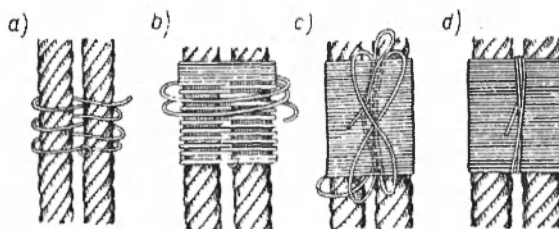
Węzeł szotowy (rys. 53) stosuje się podobnie jak węzeł prosty przy łączeniu końców lin włókiennych.

Węzeł zaciskowy jest stosowany przy zawiązywaniu i mocowaniu końców lin włókiennych do ładunków długich, podnoszonych w położeniu pionowym. Na rys. 54 widzimy węzeł zaciskowy założony na przedmiot przed zaciągnięciem i po zaciągnięciu węzła.



Rys. 50. Węzeł prosty przed zaciągnięciem

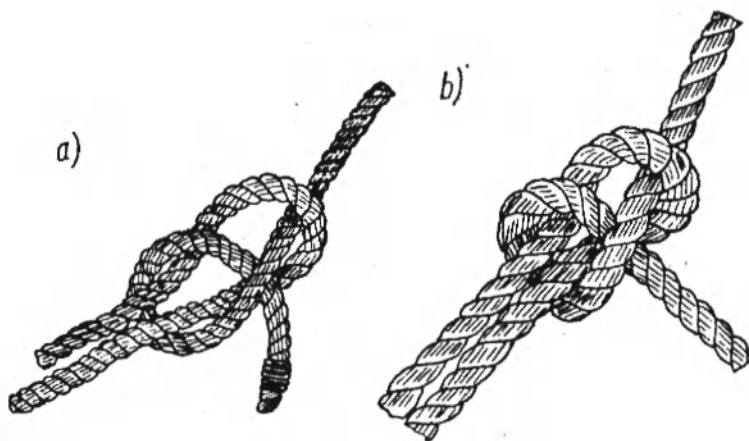
Węzeł morski (rys. 55) używa się do zawiązania na linie włókiennej niezaciągającej się pętli. Węzły te stosuje się w celu podnoszenia ciężarów lub ich podciągania.



Rys. 52. Zabezpieczenie dwóch końców liny opaską: a, b, c, d) kolejność wykonania opaski

Rys. 51. Węzeł prosty po zaciągnięciu z wprowadzonym końcem z powrotem w pętle

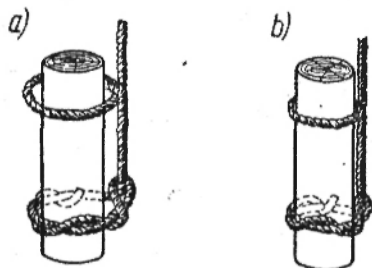
Wszelkie połączenia i umocowania wykonane przy pomocy węzłów powinny zapewniać ten sam stopień bezpieczeństwa co sama lina.



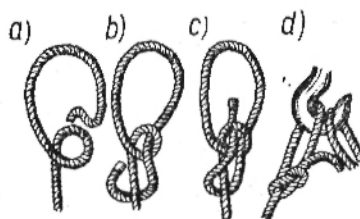
Rys. 53. Węzeł szotowy: a) przed zaciągnięciem, b) po zaciągnięciu

Węzły na linach przy ich wiązaniu powinny być zaciągnięte w sposób pewny i mocny. Aby uniknąć rozwiązania się węzła pod działaniem podnoszonego ciężaru, należy zwracać uwagę, aby długość wolnego końca liny, pozostawionego przy zawiązaniu węzła nie była mniejsza jak 15 średnic liny. Wolne końce lin powinny być zabezpieczone opaskami.

Należy pamiętać, że węzły poplątane przy wszelkiego rodzaju umocowaniach i połączeniach, zwykle powodują uszkodzenia liny i sprawiają trudności przy zdejmowaniu liny z miejsca pracy.



Rys. 54. Węzeł zaciskowy założony na bal: a) przed zaciągnięciem, b) po zaciągnięciu



Rys. 55. Węzeł morski: a, b, c) kolejność wykonania węzła, d) węzeł zaciągnięty

Liny przed użyciem powinny być dokładnie zbadane i skontrolowane pod względem ich bieżącej wartości użytkowej. Ponadto trzeba się upewnić, czy wytrzymałość liny o danej średnicy jest dostateczna w stosunku do wielkości ciężaru, który będzie na tej linie przemieszczany. Oczywiście trzeba uwzględnić wymaganą wartość współczynnika bezpieczeństwa dla danego rodzaju pracy.

## Rozdział III

### ŁAŃCUCZY

#### 1. Wyrób i rodzaje łańcuchów

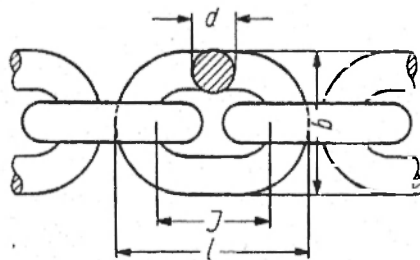
W pracy wielu dźwignic, zwłaszcza o napędzie ręcznym stosowane są łańcuchy jako elementy udźwigowe, używa się ich również jako części składowych zawiesi łańcuchowych do obwiązywania i zawieszania ciężarów na hak dźwignic ręcznych i mechanicznych.

Łańcuchy stosowane w dźwignicach jako elementy udźwigowe są dwojakiego rodzaju: łańcuchy ogniwowe i łańcuchy płytkowe przegubowe, zwane również sworzniowymi lub też łańcuchami Galla (od nazwiska wynalazcy).

Łańcuchy ogniwowe są wykonane ze stali o wytrzymałości na rozerwanie 35—42 kG/mm<sup>2</sup> (PN/H-84033); składają się one z ogniw zgrzewanych w ogniu lub elektrycznie. Łańcuchy

ogniwe dzielą się na krótkoogniwe — o ogniwach krótkich i długoogniwe o ogniwach długich.

Łańcuchem krótkoogniowym nazywa się taki łańcuch, którego długość ogniwa nie przekracza 5-krotnej średnicy pręta, z którego ogniwo zostało wykonane, a szerokość nie jest większa niż 3,5-krotna średnica pręta ( $l < 5 d$ ,  $b = 3,5 d$ ). Jeżeli długość ogniwa przekracza 5-krotną śred-



Rys. 56. Odcinek łańcucha ogniowego:  $I$  — skok,  $b$  — szerokość,  $l$  — długość,  $d$  — średnica

nicę pręta ( $l > 5 d$ ), to łańcuchy takie zaliczone są do długoogniowych (rys. 56).

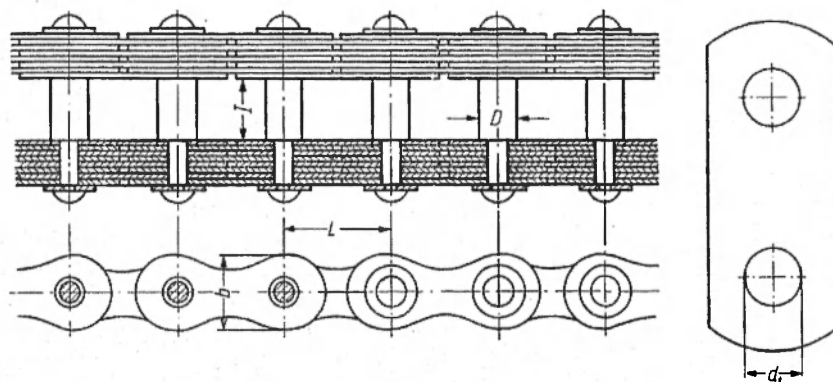
Łańcuchy krótkoogniowe są cięższe niż długoogniowe tej samej średnicy, lecz mniej narażone na uszkodzenia przez na-

cisk boczny, którego łańcuch doznaje przy przejściu przez bęben lub krążki.

Łańcuchy długo- i krótkoogniowe mogą być kalibrowane i niekalibrowane.

Łańcuchy niekalibrowane są wykonane z ogniw, których zewnętrzne wymiary (długość i szerokość) wahają się w granicach 10% w stosunku do średnicy pręta, z którego zostało wykonane ogniwo.

Do obwiązywania i przenoszenia ciężarów na haku dźwigni stosuje się łańcuchy krótkoogniowe o ogniwach owalnych o średnicy pręta ogniwa 14, 16, 18 mm i nie mniejszej niż 12,5 mm. Łańcuchów o średnicy powyżej 18 mm nie zaleca się używać, ponieważ duży ciężar wywołuje przedwczesne zmęczenie materiału i przez to stają się niebezpieczne w pracy. Łańcuchy krótkoogniowe są bardziej elastyczne, mniej łamliwe i lepiej obejmują ciężar niż łańcuchy długoogniowe.



Rys. 57. Łańcuch Galla

Łańcuchy kalibrowane są wykonane z ogniw, których skok waha się w granicach ok. 3%, a zewnętrzna szerokość ogniwa — ok. 5% w stosunku do średnicy pręta, z którego zostało wykonane ogniwo. Łańcuchy kalibrowane używa się w przypadkach, kiedy potrzebny jest łańcuch o dokładnych wymiarach ogniw, jak np. łańcuch napędowy, który musi dokładnie pasować do gniazd kół łańcuchowych.

Łańcuchy Galla są rzadko używane (przeważnie w dźwignicach o dużym udźwigu i powolnym ruchu). Składają się one z płytek stalowych połączonych przegubowo za pomocą stal-

wych sworzni. Łańcuch Galla i kształt płytek przedstawione są na rys. 57.

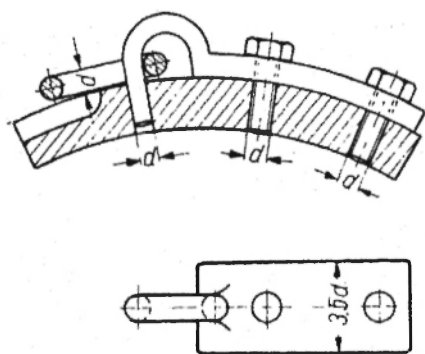
Łańcuchy Galla mają większą wytrzymałość niż łańcuchy zgrzewne, ponieważ wykonane są z jednolitych płytek bez spoin. Wadą tych łańcuchów jest to, że są giętke tylko w jednej płaszczyźnie prostopadłej do osi kół łańcuchowych i osi sworzni łańcucha, mają duży ciężar, a sworznie ich zużywają się dość szybko. Wymagają one dobrych warunków pracy i nie mogą być używane w pomieszczeniach zapyłonych, ponieważ pył przyczynia się do zwiększenia tarcia w przegubach i oporów pracy, sprzyja wycieraniu się ogni w przegubach i skraca czas ich pracy. Ponieważ łańcuchy te nie mogą być zginane w płaszczyźnie przechodzącej przez sworznie, nie należy nawijać ich na bębny.

Łańcuchy Galla współpracują z kołami łańcuchowymi, których konstrukcja jest odmienna od kół dla łańcuchów ogniowych i przypomina zwykłe koła zębate.

## 2. Bębny i koła łańcuchowe

Dla zapewnienia bezpiecznych warunków pracy łańcucha, bębny i koła łańcuchowe powinny mieć odpowiednią średnicę w stosunku do grubości ogniwa łańcucha.

Najmniejsza średnica bębna i współpracujących z nim gładkich krążków łańcuchowych przy napędzie ręcznym powinna być równa co najmniej 20, a przy napędzie mechanicznym 30 średnicom ogniwa łańcucha nawijanego na bęben. Średnica łańcuchowych kół gniazdkowych uzależniona jest od średnicy pręta ogniwa łańcucha, podziałki łańcucha oraz ilości gniazdek koła  $z$  (najczęściej  $z = 5$ ). Bębny i gładkie krążki powinny mieć rowki o profilu, wymiarach i kształcie umożliwiającym przewijanie i przesuwanie łańcuchów bez załamania i szarpnięć. Konstrukcja i długość bębna powinna gwarantować prawidłowe nawijanie się łańcucha na bęben tylko jedną warstwą.



Rys. 58. Bezpieczne przymocowanie końca łańcucha do bębna

Łańcuchy muszą mieć taką długość, aby po nawinięciu łańcucha na bęben przy najniższym położeniu haka (0,5 m nad terenem) na bębnie pozostawało przynajmniej 2—2,5 nierozwiniętych zwojów w celu odciążenia umocowania końca łańcucha na bębnie. Nawinięcie łańcucha na bęben powinno być jednowarstwowe.

Koniec łańcucha do bębna należy przymocować w sposób bezpieczny przy pomocy elementu o wytrzymałości nie mniejszej niż wytrzymałość przymocowanego łańcucha. Jeden z bezpiecznych sposobów zamocowania końca łańcucha przedstawia rys. 58. Bębny z obu stron muszą być zaopatrzone w urządzenia zapobiegające spadnięciu łańcucha.

### 3. Obciążenie łańcuchów

Aby łańcuch pracował bezpiecznie, należy w zależności od warunków odpowiednio dobrać jego wytrzymałość. Wytrzymałość tę oblicza się wg wzoru:  $D.O.R. = \frac{O.Z.}{n}$  \*)

Współczynniki bezpieczeństwa dla łańcuchów w dźwignicach są następujące:

- a) przy ruchu spokojnym 4
- b) w warunkach dość ciężkich  $5 \div 6$
- c) w warunkach wyjątkowo ciężkich (szarpnięcia, działanie żaru, niska lub wysoka temperatura) — 8.

Współczynniki bezpieczeństwa zawiesi łańcuchowych są podane w rozdziale II, p. 5.

Dopuszczalne obciążenie robocze nowych łańcuchów można obliczyć bez tablic przy zastosowaniu 4-krotnego współczynnika bezpieczeństwa i przyjmując maksymalne obciążenie naprężenia: dla łańcuchów o średnicy ogniwa 10 mm i więcej — 6 kG/mm<sup>2</sup> i o średnicy pręta ogniwa mniejszej niż 10 mm — 5 kG/mm<sup>2</sup> wg wzoru:

$$Q = 2 \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot k = 1,57 d^2 \cdot k$$

gdzie:

- Q — dopuszczalne obciążenie robocze łańcucha w kG,
- d — średnica ogniwa łańcucha w mm,
- k — obciążenie przekroju pręta ogniwa w kG/mm<sup>2</sup>.

\* Patrz str. 41.

**Przykład.** Obliczyć dopuszczalne obciążenie robocze łańcucha o średnicy pręta ogniwa 30 mm.  
Obliczenie

$$Q = 1,57 \times 30 \times 30 \times 6 = 8478 \text{ kG}$$

Dopuszczalne obciążenie robocze w tabl. 11 dla tej średnicy pręta ogniwa wynosi 8500 kG. Jak widać z powyższego wyniki z obydwu obliczeń są prawie identyczne.






Tablica 11

**Łańcuchy**  
Dopuszczalne obciążenie robocze jednego łańcucha w kG  
(4-krotny współczynnik bezpieczeństwa)

Średnica pręta ogniwa	Łańcuch wisi pionowo	Kąty rozwarcia łańcuchów			Ciężar własny łańcucha
		45°	90°	120°	
		∧	∧	∧	
mm	⊥	90% ⊥	70% ⊥	50% ⊥	kG/mb
10	950	850	650	475	2,25
11	1150	1000	800	575	2,70
12	1350	1200	950	675	3,25
13	1600	1450	1100	800	3,80
14	1850	1650	1300	925	4,40
15	2100	1900	1450	1050	5,10
16	2500	2250	1750	1250	5,80
17	2700	2450	1900	1350	6,50
18	3000	2700	2100	1500	7,30
19	3400	3050	2400	1700	8,10
20	3800	3400	2600	1900	9,00
21	4150	3750	2900	2075	10,00
22	4550	4100	3200	2275	11,00
23	5000	4500	3500	2500	12,00
24	5450	4900	3800	2725	13,00
25	5900	5300	4100	2950	14,00
26	6400	5800	4500	3200	15,00
27	6900	6200	4800	3450	16,50
28	7500	6800	5200	3750	17,50
29	7950	7100	5500	3975	19,00
30	8500	7700	6000	4250	20,00
31	9000	8100	6300	4500	21,50
32	9600	8600	6700	4800	23,00
33	10000	9000	7000	5000	24,50
34	10900	9800	7600	5450	26,00
35	11500	10400	8000	5750	27,50
36	12500	11000	8700	6250	29,00
37	12900	11500	9000	6450	31,00
38	13600	12500	9500	6800	32,50
39	15000	13500	10500	7500	34,00
40	15500	14000	10800	7750	36,00

Tablica 12

Średnica pręta ogniów łańcucha zależnie od wielkości kąta rozwarcia między łańcuchami przy użyciu zawiesia łańcuchowego dwucięgnowego (4-krotny współczynnik bezpieczeństwa)

Ciężar w kG	Łańcuch wisi pionowo	Kąty rozwarcia łańcuchów				
		45°	90°	120°	150°	160°
						
Średnica pręta ogniów łańcucha w mm						
600	6	6	7	8	11	14
800	7	7	8	10	12	16
1000	8	8	9	11	15	18
1500	9	10	11	13	18	22
2000	11	12	13	15	21	25
2500	12	13	14	17	23	28
3000	13	14	15	18	25	30
3500	14	16	17	20	27	33
4000	15	17	18	21	29	35
4500	16	18	20	22	31	38
5000	17	19	21	24	33	40






Można również obliczyć przybliżone wartości dopuszczalnego obciążenia roboczego łańcucha wg następujących wzorów:

$$Q = 9,50 \cdot d^2 \text{ (przy 4-krotnym współczynniku bezpieczeństwa),}$$

$$Q = 8,00 \cdot d^2 \text{ (przy 5-krotnym współczynniku bezpieczeństwa),}$$

Tablica 1

Średnica pręta ogniów łańcucha zależnie od wielkości kąta rozwarcia między łańcuchami przy użyciu zawiesia łańcuchowego czterocięgnowego (4-krotny współczynnik bezpieczeństwa)

Ciężar w kG	Łańcuch wisi pionowo	Kąty rozwarcia łańcuchów				
		45°	90°	120°	150°	160°
						
Średnica pręta ogniów łańcucha w mm						
2500	8	9	10	12	17	20
* 3000	9	10	11	13	18	22
3500	10	10	12	14	19	24
4000	11	11	13	15	21	26
4500	11	12	13	16	22	27
5000	12	12	14	17	23	29
6000	13	14	15	18	25	30
7000	14	15	16	20	27	33
8000	15	16	18	21	29	35
9000	16	17	19	23	31	37
10000	17	18	20	24	33	39

$$Q = 6,50 \cdot d^2 \text{ (przy 6-krotnym współczynniku bezpieczeństwa),}$$

$$Q = 4,75 \cdot d^2 \text{ (przy 8-krotnym współczynniku bezpieczeństwa),}$$

gdzie:

$Q$  — dopuszczalne obciążenie robocze łańcucha w kG,  
 $d$  — średnica pręta ogniwa łańcucha w mm.

**Przykład.** Obliczyć dopuszczalne obciążenie robocze łańcucha o średnicy ogniwa 30 mm przy 5-krotnym współczynniku bezpieczeństwa.

Obliczenie

$$Q = 8 \times 30 \times 30 = 7200 \text{ kG}$$

W celu orientacyjnego obliczenia dopuszczalnego obciążenia roboczego łańcucha w kG można zastosować wzór

$$Q = d^2$$

gdzie:

$Q$  — dopuszczalne obciążenie robocze w tonach,  
 $d$  — średnica pręta ogniwa łańcucha w cm.

Wynik otrzymujemy z 4-krotnym współczynnikiem bezpieczeństwa.

**Przykład.** Obliczyć dopuszczalne obciążenie robocze łańcucha o średnicy pręta ogniwa 3 cm.

Obliczenie

$$Q = 3 \times 3 = 9 \text{ ton} = 9000 \text{ kG}$$

Wyniki wg wymienionego wzoru są wprawdzie nieco wyższe, jednak wzór można w praktyce stosować z powodzeniem.

#### 4. Użytkowanie łańcuchów

Do umocowania i przenoszenia niektórych ładunków używa się specjalnie do tego przystosowanych zawiesi łańcuchowych. Zawiesia łańcuchowe, wielocięgnową powinny być wykonane z odcinków tej samej grubości i wytrzymałości. Pierścień ujmujący pojedyncze ciągną zawiesia powinien mieć wytrzymałość odpowiadającą sumie dopuszczalnego obciążenia roboczego wszystkich zwisających z niego cięgien łańcuchowych. Pierścienie końcowe i haki zawiesia powinny odpowiadać udźwigowi łańcucha z wymaganym współczynnikiem bezpieczeństwa, przyjętym według ustalonych, podanych powyżej zasad.

Zawiesia nie wolno przeciążać ponad ustalone dopuszczalne obciążenie robocze dla danych warunków pracy, a w miarę zwiększania kąta rozwarcia należy obniżyć dopuszczalne obciążenie w stosunku do udźwigu łańcucha pracującego pionowo.

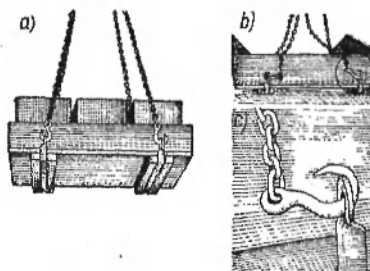
Przy użyciu zawiesia łańcuchowego dwucięgnowego do podnoszenia ciężaru dopuszczalne obciążenie robocze zawiesia nie powinno być większe niż 1,5 dopuszczalnego obciążenia jednego łańcucha, przy danym kącie rozwarcia (tabl. 14).

Tablica 14

Dopuszczalne obciążenie robocze zawiesia łańcuchowego dwucięgnowego w kG (4-krotny współczynnik bezpieczeństwa)

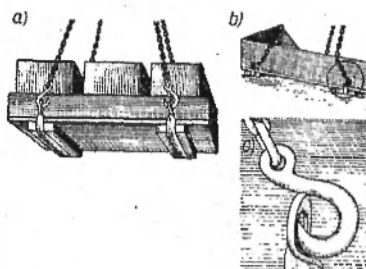
Średnica pręta ogniwa w mm	Kąt rozwarcia cięgien zawiesia		
	45°	90°	120°
10	1275	975	700
11	1500	1200	850
12	1800	1425	1000
13	2175	1650	1200
14	2475	1950	1400
15	2800	2175	1575
16	3375	2600	1875
17	3675	2850	2025
18	4050	3150	2250
19	4575	3600	2550
20	5100	3900	2850
21	5625	4350	3050
22	6150	4800	3400
23	6750	5250	3750
24	7350	5700	4100
25	7950	6150	4425
26	8700	6750	4800
27	9300	7200	5175
28	10200	7800	5575
29	10650	8250	6000
30	11550	9000	6400
31	12150	9300	6750
32	12900	10050	7200
33	13500	10500	7500
34	14700	11400	8200
35	15600	12000	8650
36	16500	13050	9375
37	17250	13500	9675
38	18750	14250	10200
39	20250	15750	11250
40	21000	16200	11650

Przy użyciu zawiesi czterocięgnowych należy zawsze upewnić się, czy wszystkie cztery cięgna są jednakowej



Rys. 59. Prawidłowe zaczepienie haków za ucha pomostu ładunkowego

długości, a następnie czy podnoszony ładunek jest równomiernie rozłożony.



Rys. 60. Nieprawidłowe zaczepienie haków za ucha pomostu ładunkowego

Jeżeli nie dopełnimy tego warunku, to w czasie opuszczania ładunku pomost, na którym jest umieszczony ładunek, może przechylić się, a ładunek wypaść i spowodować wypadek. Za-

zaczepienie haków zawiesi czterocięgnowych za ucha pomostów ładunkowych powinno być dokonywane od wewnątrz, tj. w ten sposób aby róg haka znajdował się na zewnątrz.

Jest to jedna z ważniejszych zasad bezpieczeństwa pracy i należy jej zawsze rygorystycznie przestrzegać.

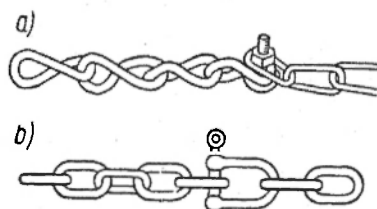
Na rys. 59a pokazano prawidłowe zaczepienie haków czterocięgnowego zawiesia łańcuchowego za ucha pomostu. Rogi haków są skierowane na zewnątrz. Gardziele haków układają się wtedy w sposób uniemożliwiający wysunięcie się ich rogów z uch pomostu (rys. 59b, c). Na rys. 60a widzimy nieprawidłowe zaczepienia haków czterocięgnowych zawiesi łańcuchowych za ucha pomostu — rogi haków są skierowane do wewnątrz. Gardziele haków nieprawidłowo zaczepionych przy opuszczonym pomoście przybierają położenie umożliwiające wysunięcie się ich rogów (rys. 60b, c).

Przy obliczeniu dopuszczalnego obciążenia roboczego zawiesi łańcuchowych i zawiesi o większej ilości cięgien, należy przyjmować tylko dwa cięgna jako udźwigowe.

Przy obwiązywaniu podnoszonego ciężaru łańcucha należy ogniwa układać poziomo, a na ostrych krawędziach umieszczać odpowiednie podkładki (np. z drewna) dla ochrony łańcucha.

Zawieszając ciężar należy zwracać uwagę, aby łańcuch nie był skręcony.

Na łańcuchach nie wolno robić węzłów. Dwa końce łańcucha nie mogą być łączone ze sobą za pomocą śrub lub drutu (rys. 61). W razie potrzeby połączenia łańcucha należy używać specjalnych ogniw łańcuchowych, których wytrzymałość nie może być mniejsza

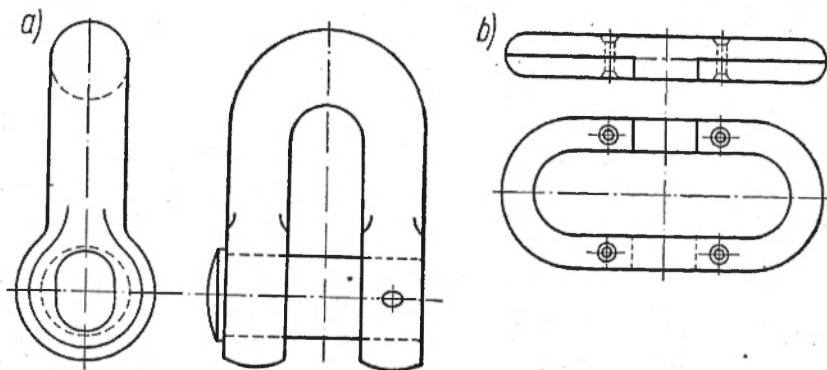


Rys. 61. Połączenie końców łańcucha: a) nieprawidłowe, b) prawidłowe

niż wytrzymałość ogniwa łańcucha (rys. 62). Należy pamiętać, że nie wolno używać ogniw łącznikowych wykonanych z żeliwa. Ogniwa łącznikowych wolno używać tylko w przypadkach koniecznych i najwyżej na czas trwania jednej zmiany. Wytrzymałość ogniw zapasowych musi być co najmniej równa wytrzymałości ogniw łańcucha.

Stosowanie ogniw łącznikowych dla zawiesi łańcuchowych przemieszczających ładunki niebezpieczne, jak np. roztopione metale, kwasy jest niedopuszczalne.

Przy obwiązywaniu ciężaru haki łańcuchów muszą być wkładane tylko w szersze i grubsze ogniwa przeznaczone wyłącznie do tego celu. Jeżeli łańcuch nie ma takiego ogniwa, to hak



Rys. 62. Ogniwa łącznikowe: a) sworzniowe, b) pierścieniowe

należy założyć w taki sposób, aby jego gardziel objęła łańcuch. Wciskanie siłą łańcucha lub jego ogniwa w rozwarcie gardzieli haka jest niedozwolone.

Po założeniu łańcucha na hak dźwignicy należy łańcuch podciągnąć do góry unikając gwałtownych szarpnięć w celu sprawdzenia, czy jest on równomiernie obciążony.

Jeżeli łańcuch był narażony na działanie bardzo niskiej temperatury, to przed ponownym użyciem należy go ogrzać.

Aby wszystkie ogniwa zużywały się równomiernie, łańcuchy podwieszane na haku dźwignicy powinny być odwracane końcami w równych odstępach czasu.

Przy dostarczaniu łańcuchów do miejsc pracy (np. do ładowni statków) nie wolno ich rzucać, lecz należy je przenosić.

## 5. Kontrola i badanie łańcuchów

Dobry stan łańcuchów jest zasadniczym warunkiem bezpieczeństwa pracy. Każdy łańcuch i współpracujące z nim ogniwa końcowe, pierścienie i haki podlegają obowiązkowym kontrolom.

Kontrola i badanie łańcuchów polega na stwierdzeniu ich stanu ogólnego, stanu poszczególnych części (haków i końco-

wych pierścieni), stanu konserwacji oraz określeniu bieżącej wartości użytkowej. Kontrola i badanie łańcuchów powinny być przeprowadzane bieżąco, w okresach trzymiesięcznych i w okresach półrocznych.

Kontrola bieżąca łańcuchów używanych do obwiązywania i podnoszenia ciężarów powinna być przeprowadzana przed wydaniem ich do pracy oraz po pracy. Kontrola przed wydaniem do pracy polega na sprawdzeniu, czy udźwig łańcucha jest odpowiedni do ciężaru, do którego łańcuch ma być użyty, a po pracy — czy łańcuch nie jest uszkodzony i czy nadaje się do dalszego użytku. Podczas badania należy dokładnie sprawdzić, czy połączenia zawiesi łańcuchowych są bezpiecznie ze sobą złączone. Łańcuchy używane do podnoszenia i transportu naczyń z płynnym metalem powinny być sprawdzane co miesiąc, ze względu na groźne skutki, jakie może wywołać zerwanie się łańcucha. Kontrola łańcuchów znajdujących się w dźwignicach polega na ich oględzinach podczas nawijania na bęben z szybkością 0,3—0,5 m/sek w ten sposób, aby badający mógł dokładnie widzieć miejsca uszkodzeń ogniwa łańcucha.

Kontrolę bieżącą łańcuchów do obwiązywania ciężarów powinien przeprowadzić pracownik odpowiedzialny za gospodarke łańcuchami, a w czasie pracy pracownik odpowiedzialny za bezpieczne zahaczenia ciężaru na hak dźwignicy. Na dźwignicach — obsługa dźwignicy (dźwigowy, hakowy). Kontrolę okresową należy powierzyć fachowcom mającym przygotowanie techniczne — teoretyczne i praktyczne.

Kontrola w okresach trzymiesięcznych polega na sprawdzeniu stopnia zużycia ogniwa łańcucha. Łańcuch należy zakwalifikować jako nie nadający się do dalszego użytku, jeżeli stwierdzi się, że:

- a) zużycie choćby jednego ogniwa łańcucha wynosi około 20% jego pierwotnej średnicy,
- b) łańcuchy wydłużyły się więcej niż 5% w stosunku do pierwotnej długości,
- c) łańcuchy nie zapewniają bezpieczeństwa pracy z powodu pęknięć, zgięć, zgnieceń i wydłużeń w takim stopniu, że poruszenie się jednego ogniwa w drugim jest niemożliwe.

Data kontroli powinna być wybita na pierścieniu łańcucha. Łańcucha nie wolno używać bez ponownej kontroli, jeżeli od wybitej daty upłynęło więcej niż trzy miesiące. Przed rozpoczęciem badania należy łańcuch starannie oczyścić z brudu

i zaoliwienia. Stopień zmniejszenia się średnicy ogniwa należy badać sprawdzianem.

Jeżeli podczas badania łańcucha stwierdzono zmniejszenie się średnicy chociażby jednego ogniwa o 10% w stosunku do pierwotnej jego średnicy, to łańcuch należy wycofać z użytku do czasu przeprowadzenia renowacji. W przypadkach wyjątkowych, np. w braku innego łańcucha, można ustalić nowe dopuszczalne obciążenie łańcucha (dla zmniejszonego przekroju) przy obowiązującym współczynniku bezpieczeństwa dla danej pracy. Metoda ta jest jednak niewłaściwa, ponieważ po obniżeniu obciążenia roboczego ciężar łańcucha staje się niewspółmierny w stosunku do jego nowego dopuszczalnego obciążenia roboczego. Naraża to robotników na zbędny i nadmierny wysiłek fizyczny przy manipulacjach łańcucha podczas obwiązywania i zawieszania ciężarów na hak dźwigni.

Do renowacji wolno oddawać łańcuchy tylko wtedy, gdy najwyżej kilka ogniw ma zmiany średnicy do 10% w stosunku do ich średnicy pierwotnej, pozostałe zaś ogniwa nie wykazują żadnych zmian. Łańcuch z wieloma uszkodzonymi ogniwami nadaje się jedynie na złom. Jeżeli przy badaniu okaże się, że tylko jedno ogniwo zostało zniekształcone albo ma rysy lub inne uszkodzenia, łańcuch taki należy również wycofać i uszkodzone lub zniekształcone ogniwo wymienić. Wymienione ogniwo należy spawać, a nie skuwać. Nie mogą one być wykonane nawet z żeliwa ciągliwego, ich średnica zaś powinna być większa niż średnica ogniwa zużytego.

Kontrola w okresach półrocznych polega na przeprowadzeniu próby statycznej na obciążenie łańcucha w ciągu 10 minut ciężarem o 100% większym od dopuszczalnego roboczego (tabl. 15). Po dokonanej próbie sprawdza się ewentualne uszkodzenia łańcucha i kwalifikuje się jego przydatność do dalszej pracy.

Statyczne obciążenie próbne przeprowadza się również dla pierścieni, haków, klamer łącznikowych, bloków jednokrążkowych i wielokrążkowych. Obciążenia te powinny wynosić dla:

- a) pierścieni, haków, klamer łącznikowych — dwukrotne dopuszczalne obciążenie robocze,
- b) bloków z obciążeniem roboczym od 20 do 40 ton — dopuszczalne obciążenie robocze + 20 ton,
- c) bloków z obciążeniem roboczym ponad 40 ton — półtora-krotne dopuszczalne obciążenie robocze.

Tablica 15

**Dopuszczalne obciążenia robocze**  
jednego łańcucha ogniowego pracującego w pionie w zależności od współczynnika bezpieczeństwa ( $n$ ) i wielkości obciążeń próbnych oraz zrywających w kG

Średnica pręta ogniwa w mm	Dopuszczalne obciążenia robocze przy współczynniku bezpieczeństwa				Obciążenie kontrolne próbne $n=4$	Obciążenie kontrolne zrywające $n=4$
	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=8$		
10	940	800	650	470	1880	3760
11	1150	970	780	570	2300	4600
13	1600	1350	1100	800	3200	6400
16	2500	2050	1660	1250	5000	10000
18	3000	2600	2100	1500	6000	12000
20	3800	3200	2600	1900	7600	15200
22	4450	3880	3150	2300	9100	18200
24	5400	4600	3750	2700	10800	21600
26	6400	5400	4400	3200	12800	25600
28	7500	6250	5100	3700	15000	30000
30	8500	7200	5850	4250	17000	34000
32	9600	8150	6600	4800	19200	38400
35	11500	9800	7950	5800	23000	46000
38	13600	11500	9350	6800	27200	54400
40	15000	1200	10400	7500	30000	60000

**U w a g a:**

Przy kącie rozwarcia  $45^\circ$  i większym dopuszczalne obciążenie robocze zmniejsza się odpowiednio w miarę zwiększania się kąta (Rozdział I, p. 4).

Kontrolę na obciążenie przeprowadza się przed użyciem nowego łańcucha oraz po każdej jego naprawie, a następnie w okresach 6-miesięcznych, nawet jeżeli łańcuch w tym czasie nie był oddany do eksploatacji.

Wyniki kontroli okresowych trzymiesięcznych należy wpisywać do książki kontroli łańcuchów, która powinna mieć następujące rubryki:

- 1) data założenia łańcucha na dźwignicę lub data wydania zawiesia łańcuchowego do użytkowania,
- 2) charakterystyka łańcucha (materiał, skład chemiczny, konstrukcja, średnica, obciążenie zrywające w kG itp.),
- 3) data wyżarzania,
- 4) data i wyniki kontroli trzymiesięcznej,
- 5) data i wyniki kontroli półrocznej,
- 6) uwagi,
- 7) podpis sprawdzającego.

Charakterystykę łańcucha wpisuje się na podstawie świadectwa, które powinno być dostarczone wraz z łańcuchami przez wytwórnę.

## 6. Przechowywanie i konserwacja łańcuchów

Łańcuchy powinny być przechowywane w warunkach zabezpieczających przed korozją.

Na każdym łańcuchu powinno być oznaczone jego dopuszczalne obciążenie robocze w kG za pomocą stempla wybitego przez wytwórnię lub laboratorium wytrzymałościowe. Stempel taki powinien być umieszczony na haku będącym zakończeniem łańcucha lub na ogniwie łączącym łańcuch z hakiem, a w braku ich na dziesiątym ogniwie po obu końcach łańcucha. Ponadto powinien być wybity numer łańcucha. Na łańcuchach, które mają być użyte do wielokrażków, stempel należy wybijać na ogniwach w odstępach jednego metra.

Łańcuchy do podnoszenia i obwiązywania ciężarów należy zawieszać na drewnianych kozłach lub odpowiednich wieszakach w taki sposób, aby zdejmowanie ich nie wymagało wysiłku. W miejscach zawieszenia nad kozłem lub wieszakiem powinna być zawieszona tabliczka wskazująca wymiar łańcucha i jego obciążenie zrywające w kG.

Każdy zakład pracy powinien dążyć do tego, aby mieć łańcuchy znormalizowane i aby ilość ich rodzajów była jak najmniejsza.

Łańcuchy należy często smarować, najlepiej mieszaniną łoju i grafitu. Łańcuchy w dźwignicach, nawijane na bęben albo przechodzące przez krażki i koła łańcuchowe, powinny być smarowane często i regularnie.

Nie wolno smarować łańcuchów służących do obwiązywania ciężarów i używanych w odlewniach lub w miejscach, gdzie tłuszcz lub olej mógłby spowodować oblepienie łańcuchów piaskiem.

Każdy łańcuch dźwigowy ogniowy będący w użyciu należy co pewien czas wyżarzać. Wyżarzanie ma na celu nadanie tworzemu jego pierwotnych własności, które uległy zmianie wskutek dłuższego używania łańcucha w warunkach niekorzystnych i zmieniły jego strukturę wewnętrzną. Wyżarzanie łańcuchów należy powierzać tylko fachowcowi dokładnie obeznanemu z tą pracą. Nieumiejętne wyżarzanie nie tylko nie poprawi wewnętrznej struktury łańcucha, ale ją jeszcze pogorszy.

Łańcuchy ogniowe w dźwignicach, łańcuchy do podnoszenia i obwiązywania ciężarów oraz części składowe zawiesi łańcuchowych, jak haki, pierścienie itp., powinny być wyżarzane:

- a) przy średnicy ogniwa do 13 mm oraz łańcuchy do transportu roztopionego metalu — co 6 miesięcy,
- b) wszystkie inne łańcuchy — co 12 miesięcy.

Wyżarzanie powinno odbywać się przez 30—60 minut w temperaturze 600—700° C.

Łańcuchy przedłużone, przerobione oraz naprawione za pomocą spawania powinny być sprawdzane, wyżarzone i poddane próbie na obciążenie (rozdział III, p. 5).

Dla łańcuchów wyżarzanych należy wyznaczyć nowe dopuszczalne obciążenie robocze. Każde wyżarzenie łańcucha należy wpisać do księgi kontroli łańcucha (rozdział III, p. 5).

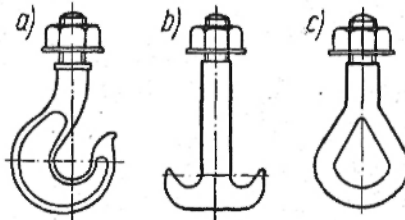
## Rozdział IV

### HAKI I OGNIWA ŁĄCZNIKOWE

#### 1. Wyrób i rodzaje haków

Haki do dźwigania ciężarów są wykonywane jako kute i płytowe, które dzieli się na: jednorożne i dwurożne (rys. 63).

Haki muszą być wykonane bardzo starannie z materiałów najwyższej jakości, zapewniających całkowite bezpieczeństwo pracy. Do wyrobu haków kutych używa się stali o wytrzymałości na rozerwanie 35—42 kG/mm<sup>2</sup>. Powinny one być kute swobodnie ręcznie albo w matrycach, a następnie starannie wyżarzane. Ponadto powinny one mieć powierzchnię gładką, bez rys, pęknięć, ostrych brzegów itp. Stosowanie haków lanych lub spawanych jest zabronione.

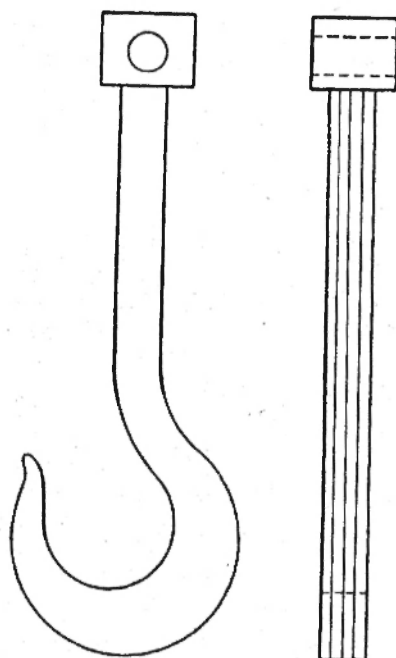


Haki płytowe wykonuje się z pasów blachy stalowej o wytrzymałości na rozerwanie 35—42 kG/mm<sup>2</sup>, wyciętych w kształcie haka i przymocowanych do siebie nitami lub w inny sposób. Gardziel haka jest wyposażona w stalowe siodło, za pomocą którego ciężar zawieszony na haku rozkłada się równomiernie na poszczególne pasy. Haki płytowe są łatwiejsze do wykonania i bezpieczniejsze w pracy, ponieważ uszkodzenia pasów nie następują jednocześnie. W razie uszkodzenia jednego pasa zawieszony ciężar rozkłada się na pozostałe pasy, które przejmują z dostatecznym bezpieczeństwem pełne obciążenie haka. Uszkodzenie pasów jest łatwo dostrzegalne i pasy mogą być zawczasu wymieniane na nowe (rys. 64). Haki płytowe nie są wrażliwe na odkształcenia pod wpływem zmian temperatury

Rys. 63. Haki: a) jednorożny, b) dwurożny, c) uszak

otoczenia i dlatego są bezpieczniejsze niż haki kute. Powinny one być stosowane dla dużych udźwigów w dźwignicach pracujących w hutach i odlewniach.

Konstrukcja haka powinna umożliwiać łatwe i szybkie zaczepienie ciężarów bezpośrednio na hak lub za pomocą zawiesi (linowych lub łańcuchowych) oraz uniemożliwiać ich samoczynne wysunięcie z gardzieli haka. Ponadto hak powinien mieć zabezpieczenie przed zaczepieniem się o wystające części przedmiotów, burtę statku itp. Część haka, która w czasie podnoszenia ciężaru styka się z liną, łańcuchem (zawiesiem), powinna mieć możliwie dużą i łagodnie zaokrągloną powierzchnię. Ostre krawędzie w miejscu styku powodują szybkie uszkodzenie lin, łańcuchów (zawiesi), co stwarza niebezpieczeństwo wypadku.

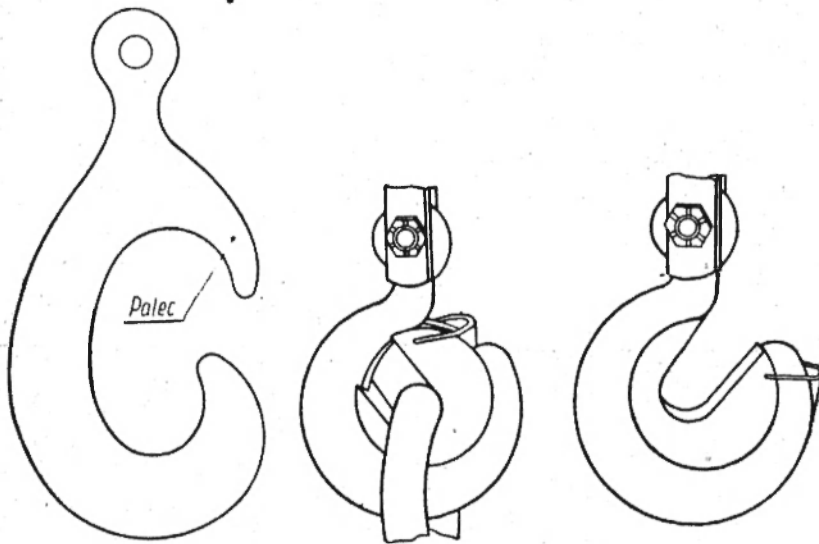


Rys. 64. Hak płytowy

Haki powinny być zaopatrzone w uchwyty (jeżeli to nie utrudnia pracy) umożliwiając prowadzenie haka do żądanej pozycji. Hak z oczkiem do bezpośredniego przymocowania do liny powinien mieć oczko możliwie duże i łagodnie zaokrąglone, zmniejszające możliwość łamania się i przecierania liny. Jeżeli podczas pracy istnieje możliwość zaczepienia się haka o wystające przedmioty, burtę statku, zrębnicę łuku itp., to należy stosować haki z zabezpieczeniem w kształcie palca nazywanego również noskiem (rys. 65).

Przy przenoszeniu materiałów niebezpiecznych oraz gdy istnieje możliwość wysunięcia się zawiesi z gardzieli haka, co grozi bardzo poważnym wypadkiem, muszą być stosowane haki wyposażone w urządzenia zamykające gardziel haka. Jedno z takich urządzeń przedstawiono na rys. 66. Stosowane są również haki z zamknięciem przymusowym, tj. z zapadką sprężynową lub

ciężarową, co ze stanowiska ochrony pracy powinno być zaliczone do poważniejszych zabezpieczeń niż zamki obsługiwane jak na rys. 66.



Rys. 65. Hak z palcem    Rys. 66. Hak z urządzeniem zamykającym gardziel

## 2. Obciążanie haków

Przy doborze haka należy brać pod uwagę wielkość obciążenia i warunki jego pracy.

Dla ciężarów do 15 ton stosuje się haki kute jednoróżne, a powyżej 50 ton dwuróżne. Od ciężarów od 15 do 50 ton używa się haków kutych jednoróżnych i dwuróżnych w zależności od rodzaju warunków pracy. Duże ciężary ponad 50 ton mocuje się na hakach płytowych, a ponad 100 ton na uszkach (rys. 63c).

## 3. Użytkowanie haków

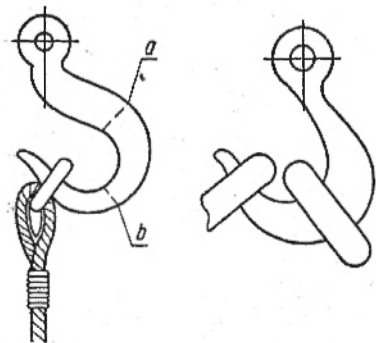
Do każdego haka powinno być dołączone świadectwo wytwórci z oznaczeniem materiału, z jakiego hak został wykonany. Ponadto na haku powinno być wybite dopuszczalne obciążenie robocze w kG dla określonych warunków pracy

i numer rozpoznawczy. Używanie haków bez świadectwa wytwórni lub nie poddanych próbie na obciążenie zrywające jest niedozwolone.

Haki do zawieszania ciężarów na suwnicach powinny być pomalowane na biało w celu lepszego zorientowania pracowników w położeniu ciężaru. Jeżeli hak jest narażony na działanie żaru i nie może być dostatecznie chroniony, należy hak często wymieniać nawet wówczas, gdy nie wykazuje żadnych zewnętrznych uszkodzeń.

Haki kute powinny być wyżarzane w okresach co najmniej 12-miesięcznych oraz po każdej naprawie wykonanej na gorąco. Haki w zawiesiach łańcuchowych połączone z łańcuchami na stałe należy wyżarzać razem z łańcuchami.

Należy pamiętać, że dopuszczalne obciążenie robocze haków w czasie mrozów (np. w temp.  $-20^{\circ}\text{C}$ ) powinno być zmniejszone o 50% w stosunku do dopuszczalnego obciążenia roboczego w normalnej temperaturze.



Rys. 67. Nieprawidłowe obciążenie haka: *a* i *b* — miejsca powstawania pęknięć wioskowatych

Na haku dwurożnym ciężar należy tak zawieszać, aby obydwie rogi były jednakowo obciążone. Obciążenie haka w sposób przedstawiony na rys. 67 jest niedozwolone. Wyjątek stanowią specjalne haki dwuramiennie do automatycznego przejmowania ciężaru z jednej suwnicy na drugą.

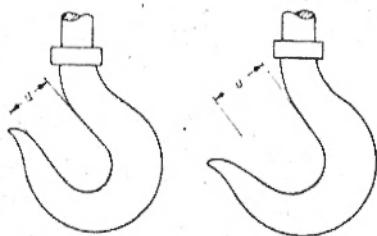
W rozwarciu gardzieli haka nie wolno siłą wciskać łańcucha lub jego ogniwa, albo też innych części, np. pałaka naczynia. Muszą one wchodzić luźno, dać się łatwo zdejmować i spoczywać na dnie gardzieli haka.

#### 4. Kontrola i badanie haków

Kontrola i badanie haków polega na sprawdzeniu stopnia zużycia i ustalenia ich przydatności do dalszej pracy. Kontrolę bieżącą należy przeprowadzać codziennie, kontrolę okresową

przy stałej pracy haków — co miesiąc, a przy pracy dorywczej co sześć miesięcy.

Kontrolę bieżącą przeprowadza hakowy łącznie z obsługują-



Rys. 68. Zwiększenie rozwartości haka: u — rozwartość haka

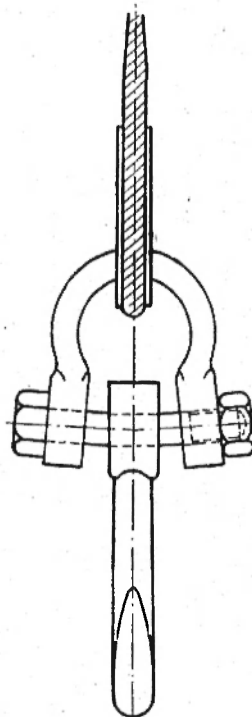
cym dźwignicę, a kontrolę okresową — wykwalifikowany pracownik techniczny.

Haki podobnie jak liny i łańcuchy powinny mieć książkę kontroli i książkę ewidencji (rozdział II, p. 6 i rozdział III, p. 5.)

Podczas badania należy zwracać uwagę na wytarcie gardzieli haka, na rysy, pęknięcia, rozwartość oraz inne oznaki uszkodzenia. Rozwartość haka, która zwiększa się w miarę jego użytkowania, powinna być często sprawdzana. Zbyt wielka rozwartość grozi niebezpieczeństwem zsunięcia się ciężaru. Jeżeli rozwartość haka zwiększyła się o 10%, to hak powinien być przekuty na gorąco i doprowadzony do przepisowego kształtu (rys. 68). Kontrolę zwiększenia rozwartości haka należy przeprowadzać za pomocą sprawdzianu na wymiar.

Należy zwracać uwagę na możliwość pojawienia się włoskowatych pęknięć na haku, które zazwyczaj powstają w miejscach wskazanych na rys. 67.

W celu wykrycia rys i pęknięć niewidocznych gołym okiem należy hak po zdjęciu oczyścić na sucho metalową szczotką, a jeżeli jest pomalowany, oczyścić go z farby. Następnie nale-



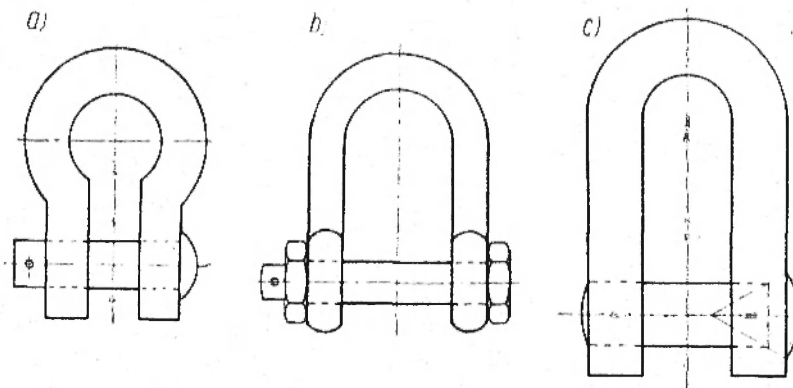
Rys. 69. Zwiększone rozchylenie ramion łącznika sworzniowego

ży hak oblać olejem, położyć na stole i uderzyć w niego kilkakrotnie młotkiem. Pęcherzyki powietrza, jakie wówczas ukażą się w oleju, wskażą ukryte szczyby i pęknięcia.

W okresach 6-miesięcznych haki powinny być poddawane próbie na obciążenie w ciągu 10 minut ciężarem o 100% większym od dopuszczalnego obciążenia roboczego. Jeżeli na haku nie jest wybity znak określający jego dopuszczalne obciążenie robocze, to przed oddaniem do eksploatacji hak należy poddać próbie na obciążenie.

Ogniwa łącznikowe sworzniowe stosowane do łączenia haków z linami, łańcuchami nośnymi, krążkami itp., powinny być wykonane ze stali o wytrzymałości na rozzerwanie 35—42 kG/mm<sup>2</sup>.

Ogniwa powinny być skonstruowane w taki sposób, aby nie miały wystających części, którymi mogłyby zawadzać o jakies



Rys. 70. Zabezpieczenie sworznia przed przesuwaniem i wypadnięciem: a) wadliwe zamocowanie sworznia (tylko zawleczką), b) prawidłowe zamocowanie sworznia (nakrętką i zawleczką), c) prawidłowe zamocowanie sworznia (sworzeń z zaokrągloną główką z nacięciem dla klucza do wkręcania sworznia w gniazdo ramienia)

przedmioty podczas przenoszenia ciężarów. Ramiona ogniów łącznikowych nie mogą mieć zbyt wielkiego rozchylenia, ponieważ sprzyja to wygięciu się sworznia (rys. 69). Sworzeń nie powinien opierać się na części nagwintowanej oraz musi być zabezpieczony przed przesuwaniem się i wypadnięciem z gniazda. Zamocowanie sworznia za pomocą jednej tylko nakrętki jest niedostateczne i w tym przypadku należy stosować dodatkowe

zabezpieczenie za pomocą zawlecзки, przeciwnakrętki albo zabezpieczyć w inny sposób (rys. 70).

Na ogniwach powinno być wycechowane dopuszczalne obciążenie robocze w kG (tabl. 16). Ogniwa należy wyżarzać przy średnicy sworznia do 13 mm — co 6 miesięcy, a przy średnicy ponad 13 mm — co 12 miesięcy (rozdział III, p. 6).

Tablica 16

Dopuszczalne obciążenie robocze ogniw łącznikowych sworzniowych w tonach

Średnica grzbietu w mm	6	9	12	16	19	22	25	28	31	35	38	41	44	51
Średnica sworznia w mm	8	11	14	17	22	25	28	31	35	38	44	48	51	57
Dopuszczalne obciążenie ogniwa w kształcie litery D (rys. 70a)	0,2	0,5	0,9	1,4	2	2,7	3,5	4,4	5,5	6,6	7,9	9,5	10,8	14
Dopuszczalne obciążenie ogniwa w kształcie litery C (rys. 70 b, c)	0,1	0,3	0,6	1	1,4	2	2,3	3,2	3,9	4,8	5,6	6,6	7,7	10

Ogniwa powinny być badane bieżąco i w okresach 3-miesięcznych. Jeżeli średnica sworznia zmniejszyła się o 10% w stosunku do średnicy pierwotnej, to ogniwo nie nadaje się do dalszego użytku. Ponadto w okresach 6-miesięcznych ogniwa łącznikowe muszą być poddawane próbie na obciążenie w ciągu 10 minut ciężarem o 100% większym od dopuszczalnego obciążenia roboczego.

**INSTRUKCJA**  
**RAMOWA OBSŁUGI DŹWIGNIC ORAZ ZAWIESI W ZAKRESIE LIN**  
**I ŁAŃCUCHÓW DLA OBSŁUGUJĄCEGO DŹWIGNIĘ**

- Obsługujący dźwignicę (żuraw, wciągarkę, przyciągarkę itp.) powinien:
- 1) zbadać stan zużycia lin i łańcuchów nośnych nawijanych na bęben przed rozpoczęciem pracy;
  - 2) pamiętać, że podnoszenie, opuszczanie i przenoszenie ciężarów powinno odbywać się w sposób łagodny, bez nagłych wstrząsów i szarpnięć;
  - 3) przestrzegać, aby lina lub łańcuch nawijały się na bęben równo i dokładnie, a przy najniższym położeniu haka (0,5 m nad terenem) na bębnie pozostawało co najmniej 2—2,5 zwojów liny lub łańcucha;
  - 4) przestrzegać, aby nie podnosić ciężaru większego niż udźwig dźwignicy; w przypadkach wątpliwych żądać od osoby odpowiedzialnej za dany odcinek pracy nawet pisemnego stwierdzenia, że ciężar nie przewyższa dozwolonego udźwigu dźwignicy;
  - 5) przestrzegać i korzystać jedynie z ustalonych i obowiązujących znaków umownych podawanych przez ciężarowego, sygnalistę (znak umowny „stój” obowiązuje obsługującego dźwignicę niezależnie od tego przez kogo został podany);
  - 6) podnosić pierwszy ciężar po rozpoczęciu pracy jak również ciężar zbliżony do udźwigu dźwignicy do wysokości nie większej niż 0,5 m, a następnie powoli opuścić nie dotykając poziomu (czynności te muszą być dokonane w celu sprawdzenia stanu hamulców);
  - 7) przenosić ciężary w płaszczyźnie poziomej ruchu na wysokości powyżej 1 m nad napotykanymi przeszkodami;
  - 8) przestrzegać, aby przenoszenie ciężarów nie odbywało się nad ludźmi lub stanowiskami pracy, a jeśli w zasięgu przenoszonego ciężaru znajdują się ludzie, podawać sygnały ostrzegawcze;
  - 9) przerwać bezzwłocznie pracę w przypadku zauważenia objawów nagłego zużycia się liny lub łańcucha, spadnięcia liny lub łańcucha z bębna lub krążka, dostania się liny do przekładni i utworzenia się na niej pętli, oraz we wszystkich przypadkach, które wydają się obsługującemu dźwignicę niebezpiecznymi;

- 10) przerwać pracę przyciągarki, jeżeli kąt odchylenia od osi przyciągarki osiągnie 30°; niewypełnienie tego warunku może spowodować zerwanie liny, a w następstwie ciężki, a nawet śmiertelny wypadek. Obsługującemu dźwignicę zabrania się:
- 11) pracować na skręconych linach;
- 12) podnoszenia lub ciągnięcia ciężaru przy ukośnym położeniu liny, ponieważ może to wywołać jej zerwanie, uszkodzenie, a nawet wywrócenie żurawia (podnoszenie ukośne jest dopuszczalne w wyjątkowych przypadkach za zgodą i w obecności nadzoru technicznego zakładu pracy);
- 13) balansowania podnoszonym ciężarem w celu opuszczenia go w miejscu niedostępnym dla dźwignicy;
- 14) podciągania wagonów kolejowych lub innych pojazdów za pomocą dźwignicy (haka, chwytaka) i wrywania przedmiotów zagłębionych w ziemię lub przymarzniętych;
- 15) przenoszenia (przewożenia) pracowników dźwignicą;
- 16) wchodzenia pracownika na dźwignicę i jazdy razem z ciężarem w celu uzyskania równowagi podwieszonoego ciężaru;
- 17) schodzenia z dźwignicy wówczas, gdy jest zawieszony na niej ciężar.

#### **Dla ciężarowego, hakowego, sygnalisty**

Ciężarowy, hakowy, sygnalista powinni:

- 1) obejrzeć i sprawdzić starannie czy zawiesie nie jest uszkodzone i nadaje się do dalszego użytku i upewnić się czy wytrzymałość jego jest dostateczna w stosunku do przenoszonych ciężarów;
- 2) sprawdzić czy stan opakowania pozwala na bezpieczne podnoszenie ciężaru;
- 3) przestrzegać, aby podnoszenie ciężaru odbywało się w kierunku pionowym;
- 4) sprawdzić, czy hak uwieszony jest w położeniu pionowym nad ciężarem, który ma być podnoszony;
- 5) upewnić się czy zostały założone podkładki z drewna, gumy lub inne pod ostre krawędzie ciężaru zabezpieczające przed uszkodzeniem liny lub łańcucha;
- 6) stwierdzić przed podwieszeniem ciężaru czy liny lub łańcuchy (zawiesia) bezpiecznie chwytają ciężar, czy ciężar jest zrównoważony i nie grozi zawadzeniem o przeszkodę oraz czy podnoszenie ciężaru nie zagraża pracownikom przebywającym w pobliżu;

- 7) podawać znaki umowne obsługującemu dźwignię w razie zawieszenia ciężaru w sposób niebezpieczny w celu opuszczenia ciężaru i poprawienia jego zawieszenia.

#### **Dla pracowników przeładunkowych**

Pracownikom przeładunkowym zabrania się:

- 1) przechodzenia, przebiegania, zatrzymywania się lub przebywania pod zawieszonym ciężarem;
- 2) chwytania, przytrzymywania lub kierowania zawieszonym ciężarem; w razie potrzeby należy posługiwać się linkami kierowniczymi, obsługiwanymi przez co najmniej 2 pracowników;
- 3) poprawiania liny lub łańcucha w czasie podnoszenia lub opuszczania ciężarów.

Podczas pracy pracownicy powinni stać twarzą w kierunku ciężaru.

11271

## WYKAZ

### WAŻNIEJSZYCH AKTÓW PRAWNYCH REGULUJĄCYCH MIĘDZY INNYMI BEZPIECZEŃSTWO PRACY PRZY LINACH I ŁAŃCUCHACH (WG STANU NA DZIEŃ 31 SIERPNIĄ 1962 R.).

1. Zarządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 27 marca 1939 r. o urządzeniach przeładunkowych na morskich statkach handlowych (Dz.U. nr 31, poz. 208).
2. Zarządzenie Dyrektora Urzędu Morskiego z dnia 25 kwietnia 1939 r. o przepisach technicznych dla urządzeń przeładunkowych i dźwignów osobowych na morskich statkach handlowych.
3. Rozporządzenie Ministra Pracy i Opieki Społecznej, Przemysłu Ciężkiego, Przemysłu Lekkiego, Górnictwa i Energetyki, Przemysłu Rolnego i Spożywczego, Żeglugi, Komunikacji, Budownictwa oraz Zdrowia z dnia 4 kwietnia 1950 r. w sprawie obsługi suwnic elektrycznych w zakładach pracy (Dz.U. nr 25, poz. 223).
4. Rozporządzenie Ministrów Pracy i Opieki Społecznej oraz Zdrowia z dnia 1 kwietnia 1953 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników zatrudnionych przy ręcznym dźwiganiu i przenoszeniu ciężarów (Dz.U. nr 22, poz. 89).
5. Rozporządzenie Ministrów Pracy i Opieki Społecznej oraz Zdrowia z dnia 20 marca 1954 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze żurawi (Dz.U. nr 15, poz. 58).
6. Rozporządzenie Ministrów Pracy i Opieki Społecznej oraz Zdrowia z dnia 16 lipca 1954 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze kolei w zakładach pracy (Dz.U. nr 38, poz. 167).
7. Rozporządzenie Ministra Żeglugi z dnia 24 lutego 1961 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w portach morskich i rzecznych (Dz.U. nr 16, poz. 86).
8. Rozporządzenie Ministra Żeglugi i Gospodarki Wodnej z dnia 15 sierpnia 1959 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na statkach w żegludze śródlądowej (Dz.U. nr 61).

## WYKAZ PIŚMIENNICTWA

1. *Bogolubski W. J., Gołubiew J. M., Amitin J. J.*: Prawolocznyje kanaty. Moskwa 1950, Mietałurgizdat.
2. *Bołoban N. A.*: Krasnowszczik podjomnych kranow (elektriczskim priwodom). Moskwa 1950, Strojizdat.
3. *Budke R.*: Liny włókienne i ich zastosowanie na statkach handlowych. Warszawa 1953, Wydawnictwo Komunikacyjne.
4. *Deladiere L.*: La securite dans l'emploi des chaines, Genève 1938, BIT.
5. *Gielfenbein J. W.*: Takielaż i gruzopodjomnyje sooruzenje pri montaże ciepłosiłowowo oborudowanja. Moskwa 1949, Geseniernoizdat.
6. *Godecki M.*: Transport wewnątrzakładowy – Technika bezpieczeństwa pracy. Warszawa 1955, PWT.
7. *Helbrecht J.*: Przeladunek statków handlowych. Warszawa 1954, PWT.
8. *Helbrecht J., Kadian J.*: Bezpieczeństwo i higiena pracy w porcie. Gdynia 1957, Wydawnictwo Morskie.
9. *Jeżewski M., Szklarski L., Kawecki Z.*: Grundlagen des elektromagnetischen Verfahrens zur Untersuchung der Stahldrahtseile und Ergebnisse der praktischen Anwendung. International Seilbahn-Rundschau, Sonderausgabe I/1961 r.
10. Katalog lin stalowych nr 12, BR/1. Bytom 1951, Centrala Przemysłu Metalowego.
11. *Kucharski B.*: Liny druciane i ich zastosowanie na statkach handlowych. Warszawa 1954, Wydawnictwa Komunikacyjne.
12. *Maslennikow N. P.*: Takielażnoje oborudowanje. Moskwa 1949, Maszgiz.
13. *Mechanik*, tom 4, cz. 3. Warszawa 1952, PWT.
14. *Nierostawskij I. B.*: Gruzopodjomnyje i transportnyje ustrojstwa. Moskwa 1950, Mietałurgizdat.
15. *Rotermund W.*: Die Ladung. Hamburg 1949, Eckard u. Messtorf.
16. *Safety in dock work*, Montreal 1945, International Labour Office.
17. *Samojłowicz P. A.*: Tiechniczeskaja eksploatacja portalnych kranow. Moskwa 1948, Morskoj Transport.
18. *Zieliński A.*: Wiedza okrętowa tom I. Gdańsk 1950, Instytut Bałtycki. Tom 2. Gdańsk 1951, Wydawnictwo Morskie.
19. *Zapałowicz W.*: Liny stalowe suwnic hutniczych. Katowice 1952 PWT.

