

Alfred CARBOGNO  
Stefan KONIECZNY

## ANALIZA ZAGADNIENIA WYPUSZCZANIA SKRĘTU SPRĘŻYSTEGO Z LINY WYCIĄGOWEJ I BADANIE URZĄDZENIA TYPU UHS-IIa

Streszczenie: - Na przykładzie urządzenia hydraulicznego UHS-IIa do wypuszczania skrętu sprężystego z nośnych lin wyciągowych podano sposób postępowania przy doborze warunków hamowania obrotów liny podczas kontrolowanego wypuszczania z niej skrętu sprężystego. Przedstawiono także wyniki badań laboratoryjnych urządzenia UHS-IIa.

### 1. Wstęp

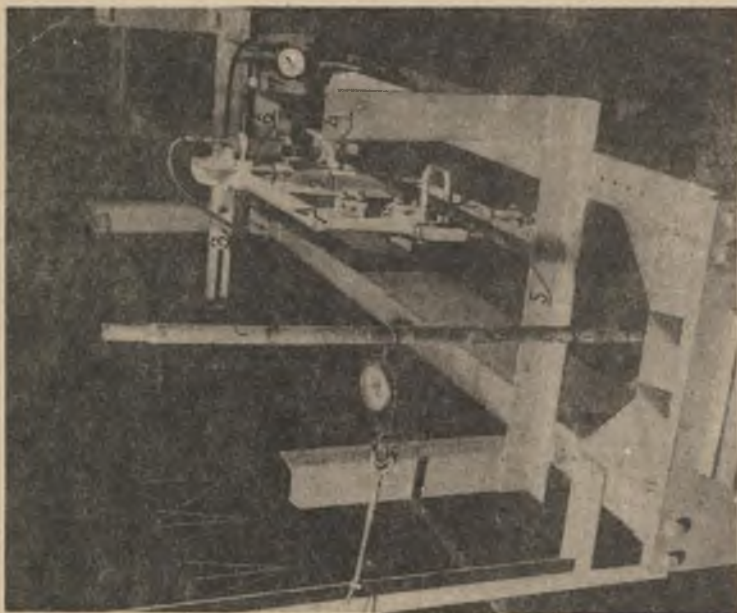
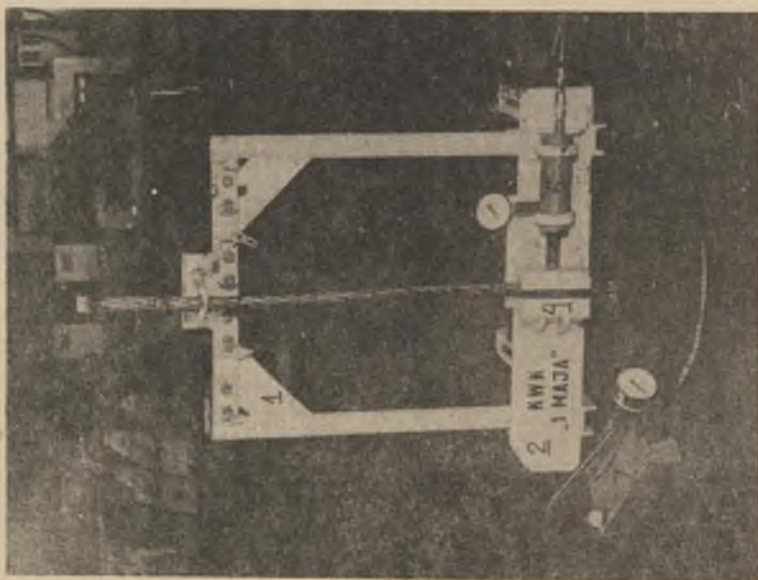
Jedną z najważniejszych i najniebezpieczniejszych czynności w czasie wymiany nośnych lin wyciągowych w urządzeniach wyciągowych wszystkich typów jest wypuszczanie skrętu sprężystego z liny /lin/. Zagadnienie to występuje dwukrotnie w trakcie wymiany liny /lin/, a mianowicie:

- a/ podczas uwolnienia starej liny w zawiesiu przed momentem odkładania jej na przekopie lub zwijania jej na bęben,
- b/ w czasie oprawiania nowej liny w zawiesie w momencie dojścia liny do dolnego posadzonego na dźwigarach naczynia wyciągowego.

Niepewne zabezpieczanie się podczas robót szybowych przed gwałtownym wypuszczeniem skrętu sprężystego z liny może spowodować zniszczenie samej liny, elementów zbrojenia szybowego, naczynia wyciągowego, zawiesia linowego a w szczególności może spowodować poważne wypadki pracowników wyznaczonych do przeprowadzenia operacji uwolnienia liny w zawiesiu. Dotychczasowe rozwiązania konstrukcyjne urządzeń do wypuszczania skrętu nie zapewniają kontrolowanego wypuszczania tego skrętu oraz wymagają, aby pracownicy zatrudnieni przy wymienionej operacji podczas wymiany i nakładania lin znajdowali się w bezpośrednim zasięgu biczującej liny.

Sposóbiurządzenia do wypuszczania skrętu z liny powinny być dobierane z uwzględnieniem przypuszczalnego zachowania się liny podczas wypuszczania z niej skrętu. W tym celu należy znać wartość momentu odkrętnego liny oraz minimalną siłę, jaka potrzebna jest do zahamowania obrotów liny w zacisku urządzenia do wypuszczania skrętu w zależności od miejsca wypuszczania skrętu liny w szybie. W zależności od momentu odkrętnego liny powinien być zaprojektowany układ hamujący obroty liny i sposób wyzwalania tego układu. Z przeprowadzonej przez autorów analizy sposobów wypuszczania skrętu z lin w urządzeniach wyciągowych krajowych wynika, że brak jest jakiegokolwiek naukowego opracowania metod jego wypuszczania.

2. Urządzenie hydrauliczne UHS do wypuszczania skrętu sprężystego z lin  
z 140V



rys. 1. Urządzenie hydrauliczne UHS-11a do wypuszczania skrętu sprężystego z lin wyciągowych a-widok, b-widok podczas badań w zrywarcie: 1-rama, 2-płyta wsporcza, 3-ramiona, 4-zacisk do wypuszczania skrętu, 5-lina nośna, 6-siłownik hydrauliczny, 7-pompka hydrauliczna

Widok urządzenia UHS-IIa /kolejny wariant konstrukcji/ przedstawiono na rys. 1. Składa się ono ze spawanej konstrukcji rurowej 1, w której w dolnej części przyspawania jest płyta wsporcza 2 i ramiona 3 do mocowania urządzenia w szybie /do dźwigarów, specjalnych belek itd/. Do płyty wsporczej przymocowana jest na trwałe szczeka stała 4a zacisku dwuszczekowego 4, przez który przechodzi lina nośna 5 podczas wypuszczania z niej skrętu sprężystego. Szczeka ruchoma 4b, prowadzona w prowadnicach, połączona jest na styk z tłokiem cylindra hydraulicznego siłownika 6. W górnej części ramy 1 przymocowane są na trwałe zwykle zaciski linowe 8 dla dodatkowego prowadzenia liny /lin/ wyciągowej. Do siłownika hydraulicznego 6 podłączona jest pompa hydrauliczna 7 typu "Korfmann" o średnicy tłoka 47,5 mm i maksymalnej sile docisku szczek 71 kN przy maksymalnym ciśnieniu 40,4  $\frac{\text{MPa}}{\text{cm}^2}$ . Prędkość wypuszczania skrętu sprężystego z liny regulowana jest wielkością siły docisku do liny. Dzięki wymiennym szczekom zacisku głównego, urządzenie UHS można stosować dla wszystkich średnic lin w urządzeniach wyciągowych jedno- i wieloliniowych.

Zaletą tego urządzenia jest bezpieczne, zdalne, kontrolowane wypuszczanie skrętu, ponieważ obsługujący pompkę hydrauliczną znajduje się w podszyciu lub w przedziale drabinowym.

### 3. Teoretyczne określenie warunków wypuszczania skrętu sprężystego z liny

W analizie teoretycznej rozpatrzono przykładowo przypadek wypuszczania skrętu z liny trójkątnospłotowej o średnicy  $d=36$  mm i odpowiednich dla tej liny szczek urządzenia UHS do jego wypuszczania.

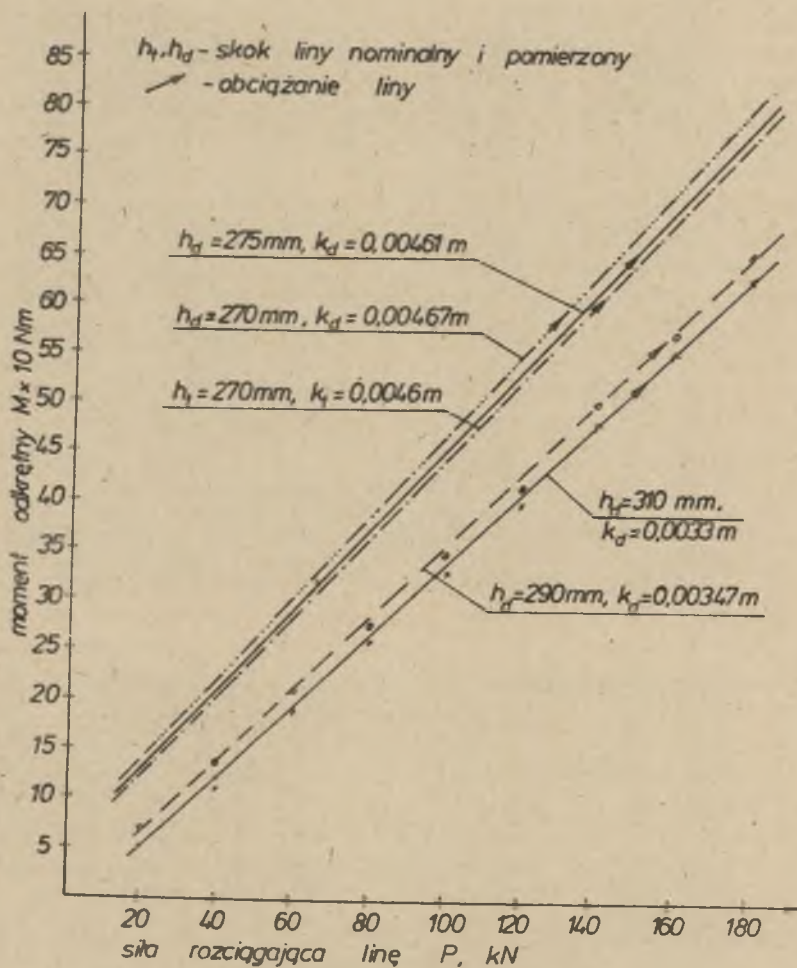
W celu wydania opinii o przydatności jakiegokolwiek urządzenia do wypuszczania skrętu należy przeprowadzić rozważania dotyczące:

- a - momentu odkrętnego liny,
- b - przyjęć model wypuszczania skrętu sprężystego z liny,
- c - określić zastępczy współczynnik tarcia  $\mu_z$  liny w zacisku,
- d - określić warunki hamowania /momentu  $M_h$  hamowania liny w zacisku/ obrotów liny w zacisku,
- e - przeprowadzić próby doświadczalne.

Problematyka dotycząca punktu /a/ omówiona jest w literaturze [1]. Obliczona teoretycznie wartość współczynnika odkrętności liny  $\phi$  36 mm wynosi  $k_t = 0,00465$  m dla skoku nominalnego liny  $h=270$  mm. Przeprowadzono także badania laboratoryjne odcinków lin o różnym skoku zwicia  $h$ .

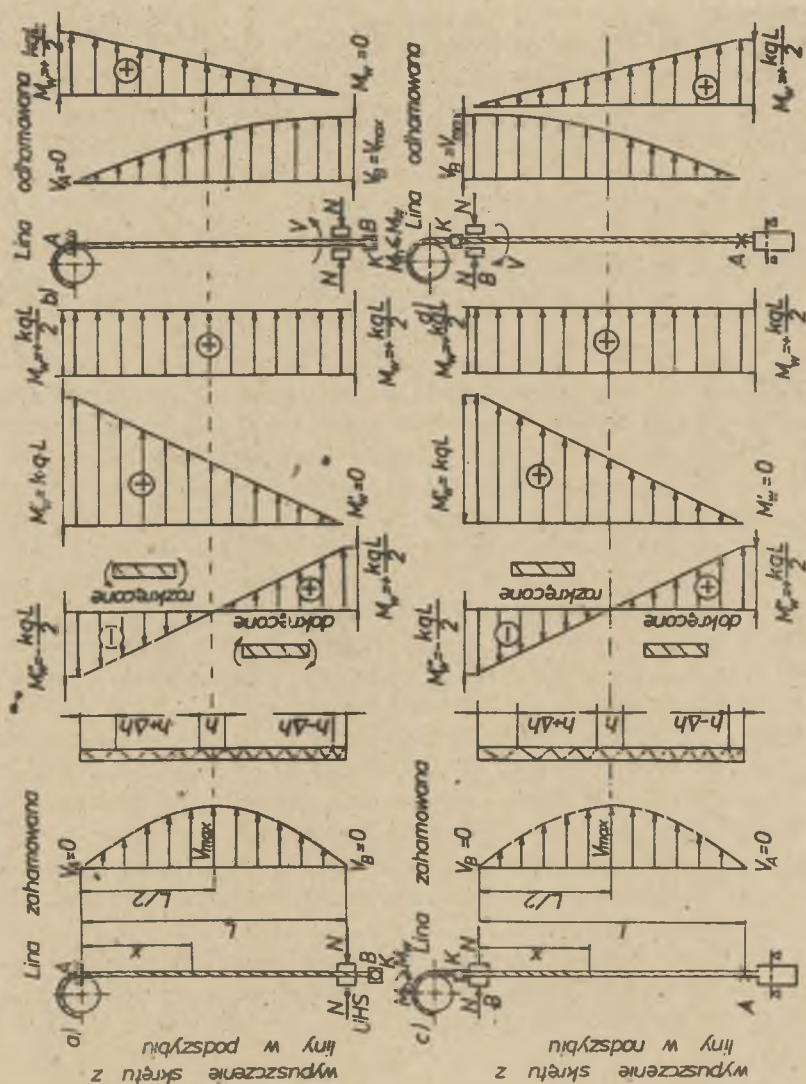
Wyniki badań przedstawiono na rys. 2. Pomierzone wartości doświadczalne współczynnika odkrętności liny  $d=36$  mm wynosiły w zależności od skoku zwicia liny  $h$ ,  $k_d = 0,0033$  do  $0,00467$  m. Ponieważ w dalszych badaniach współpracy zacisku i liny stosowano linę o skoku  $h = 290$  mm, do dalszej analizy przyjmowano zaokrągloną wartość współczynnika odkrętności liny dla tego skoku zwicia  $k_d = 0,0035$  m.





Rys. 2. Wykreślnie przedstawienie wyników badań momentu odwrótnego odcinków liny wyciągowej trójkątnospłotowej o średnicy  $d=36 \text{ mm}$  i różnych skokach zwicia  $h$ . Współczynnik odwrótności liny obliczony teoretycznie  $k_t$ , wyznaczony doświadczalnie  $k_d$ .

4. Wypuszczanie skrętu sprężystego z liny wyciągowej



Rys. 3. Modele wypuszczania skrętu sprężystego z liny: a, b - w podszybiu, c, d - w nadszybiu, a, c - stan  $M_w$  i  $V$  w lince zahamowanej, b, d - stan  $M_w$  i  $V$  w lince odhamowanej, K - usytuowanie krętlika.

Do rozwiązań przyjęto modele wypuszczania skrętu przedstawione na rys. 3. Ogólnie można przyjąć dwa przypadki wypuszczania skrętu z liny, a mianowicie usytuowanie urządzenia UHS i wypuszczanie skrętu w podszybiu /rys. 3a i b/ oraz w nadszybiu /rys. 3c i d/. W każdym z tych dwu przypadków można wyróżnić dwa stany liny, a mianowicie stan /a/ i /c/ liny zahamowanej, w której istnieje określony rozkład momentów skręcających przekroje liny i obrotów tych przekrojów, jakie lina wykonała podczas ostatniego normalnego cyklu swojej pracy w szybie oraz stan /b/ i /d/, który powstaje w linie po jej zwolnieniu w szczękach zacisku urządzenia do wypuszczania skrętu, kiedy to lina zaczyna się kręcić.

Punkt A oznacza sztywne mocowanie liny np. przy przyjęciu tarcia w rowku koła linowego tak dużego, że lina nie obraca się w nim lub, że lina przymocowana jest zaciskiem do elementu konstrukcyjnego wyciągu, czyli obroty liny w miejscu A wynoszą  $V_A = 0$ , natomiast jej moment odkrętny  $M_A$  równy jest momentowi utwierdzenia w punkcie A,  $M_A = M_A$ . Punkt B oznacza miejsce, w którym lina uchwycona jest urządzeniem do wypuszczania z niej skrętu. W punkcie B w przypadku trzymania liny wywarta jest określona siła docisku szczęk  $N$  oraz istnieje pewien moment hamujący  $M_H$  tych szczęk, czyli  $M_H > M_W$ . Jeżeli zezwalamy na wykonanie obrotów przez linę, to w przypadku skrajnym, można założyć  $N = 0$  i  $M_H = 0$  /w przypadkach pośrednich  $M_H < M_W$ , gdzie  $M_W$  oznacza moment odkrętny liny od jej ciężaru własnego/. Jeżeli w punkcie B założymy  $M_H > M_W$ , to obroty liny wynoszą wtedy  $V_B = 0$ , natomiast podczas obracania się liny w punkcie B wystąpią maksymalne obroty liny  $V_B = V_{Bmax}$ . Podczas wypuszczania skrętu z liny mamy do czynienia z momentem skręcającym technologicznym  $M_t$  liny, jaki powstał w niej w procesie jej produkcji oraz z momentem odkrętnym, wywołanym jej ciężarem własnym  $M_W$ .

Rozważania przeprowadzono tylko dla momentu odkrętnego liny, wywołanego jej ciężarem własnym z uwagi na brak danych teoretycznych i doświadczalnych co do wartości technologicznego momentu skręcającego, tkwiącego w linach produkcji krajowej. Nieznajomość tego momentu  $M_t$  w dalszej części uwzględniono we współczynniku pośligu liny w zacisku. Na wartość momentu odkrętnego liny, wywołanego jej ciężarem własnym, wpływają dwa składniki tego momentu:

- moment odkrętny, wywołany rosnącym liniowo od podszybia do koła linowego ciężarem własnym liny  $M_W^i = k \cdot q \cdot (L-x) / x$ , / $x$ -długość odcinka liny licząc od nadszybia,  $q$  - ciężar metra bieżącego liny/. Jest to moment o jednym znaku dodatnim i  $M_{Wmax}^i = k \cdot q \cdot L$
- moment odkrętny, wywołany ostatnim kręceniem się liny w szybie podczas jej normalnej eksploatacji, w wyniku czego nastąpiła zmiana długości skoków zwicia liny w szybie. Moment ten przyjmuje wartości dodatnie, idąc w kierunku od połowy długości liny do zawiesia i wartości ujemne, idąc w kierunku koła linowego.

Moment ten oznaczono jako  $M_W^u = q \cdot k \cdot (x - \frac{L}{2}) / x$ , a jego wartość maksymalna dla  $x=0$  i  $x=L$  wynosi  $M_{Wmax}^u = \pm \frac{k \cdot q \cdot L}{2}$ .



W wiszącej pionowo linie zachowany jest zawsze stan równowagi, czyli moment odkrętny linii wywołany jej ciężarem własnym w dowolnym jej przekroju musi być stały i wynosi:  $M_w = M'_w + M''_w = \text{const}$ . Dla przekroju A linii, w którym  $M'_{wA} = k \cdot q \cdot L$  a  $M''_{wA} = -\frac{k \cdot q \cdot L}{2}$ , otrzymamy:

$$M_{wA} = M'_{wA} + M''_{wA} = k \cdot q \cdot L - \frac{k \cdot q \cdot L}{2} = + \frac{k \cdot q \cdot L}{2} \quad /1/$$

Dla przekroju B linii, w którym  $M'_{wB} = 0$  a  $M''_{wB} = +\frac{k \cdot q \cdot L}{2}$ , otrzymamy:

$$M_{wB} = M'_{wB} + M''_{wB} = 0 + \frac{k \cdot q \cdot L}{2} = + \frac{k \cdot q \cdot L}{2} \quad /2/$$

Z powyższego wynika, że w linie występuje zawsze stały moment odkrętny, wywołany jej ciężarem własnym i wynosi:

$$M_w = M_{wA} = M_{wB} = M_{w_{\max}} = + \frac{k \cdot q \cdot L}{2} \quad /3/$$

Znak  $/+ /$  oznacza odkręcanie lub dokręcanie linii. Przedstawiony stan momentów odkrętnych w linie wywołany jej zmieniającym się podczas eksploatacji ciężarem własnym występuje podczas całego okresu eksploatacji linii i stan ten jest aktualny podczas wymiany lin, dlatego przedstawione wzory są aktualne po zastąpieniu zawiesia urządzeniem do wypuszczania skrętu rys. 3a/wypuszczanie skrętu w podszybiu/ do momentu trzymania linii w zacisku.

Z chwilą poluzowania zacisku i rozpoczęcia wykonywania przez linę obrotów występuje w linie stan przedstawiony na rys.3b.

W punkcie B linę wykonuje maksimum obrotów i moment odkrętny linii w tym punkcie wynosi  $M_w = 0$ .

W przypadku wypuszczania skrętu w nadszybiu /rys.3/ stan momentów odkrętnych w przekrojach linii, która jeszcze się nie obraca /rys.3c/ jest podobny jak w przypadku na rys. 3a. Z chwilą poluzowania zacisku w punkcie B  $/M_h < M_w /$  rozkład momentów odkrętnych i obrotów wykonywanych przez przekroje linii, przedstawiony na rys. 3d, jest inny niż na rys. 3b. W obydwu przedstawionych sposobach wypuszczania skrętu w podszybiu i nadszybiu maksymalny moment odkrętny linii od jej ciężaru własnego wynosi  $M_{w_{\max}} = +\frac{k \cdot q \cdot L}{2}$  i na ten moment odkrętny należy obliczyć urządzenie do wypuszczania skrętu z liny. Dla analizowanej liny  $d=36$  mm o długości  $L=800$  m,  $q=5,5$  daN/m i  $k_d = 0,0035$  m otrzymano  $M_w = 77$  Nm a dla  $k_d = 0,00467$  m,  $M_w = 103$  Nm.

Założono następujące warunki do obliczenia urządzenia hamującego obroty podczas kontrolowanego wypuszczania skrętu sprężystego z liny:

a - warunek trzymania linii w zacisku, moment hamowania  $M_h$  szcęk zacisku jest większy od momentu odkrętnego linii  $M_w$ , czyli:

$$M_h > M_w \quad /4/$$

b - warunek obracania się liny w zacisku, moment hamowania  $M_h$  szcęk zacisku jest mniejszy od momentu odkrętnego linii  $M_w$ , czyli:

$$M_h < M_w$$

15/

Prędkość obracania się liny w zacisku zależy od wielkości momentu hamowania  $M_h$  zacisku, którego wartość regulowana jest siłą docisku  $N$  szczęk zacisku do liny.  $M_h$  zależy także od wartości współczynnika tarcia  $\mu_z$  pomiędzy liną a powierzchnią szczęk zacisku.

##### 5. Określenie zredukowanego współczynnika tarcia liny w zacisku

W wyniku śrubowego zwicia drutów i splotów w linie, lina pod wpływem siły osiowej  $P$  nie tylko dąży do wysunięcia się zacisku, ale także dąży do obrócenia się w nim w wyniku działania momentu odkrętnego liny  $M_w$ . Z powyższego wynika, że rozkład sił tarcia w zacisku można przyjąć jak na rys.

4a. Siła  $Z$  wynika z momentu odkrętnego liny, który równoważony jest momentem utwierdzenia w zacisku. Z powyższego wynika, że do obliczeń zacisku należy przyjąć wartość zredukowanego współczynnika tarcia  $\mu_z$  określonego wzorem [3, 4]:

$$\mu_z = \mu_1 \cdot \frac{\Psi}{\sqrt{1 + \sqrt{\tan^2 \beta}}} \quad 16/$$

Współczynnik geometryczny kształtu szczęki zacisku  $\Psi$  zależy od rodzaju i wymiarów szczęki i dla szczęki o rowku półokrągłym wynosi:

$$\Psi = \frac{4 \cdot \sin \varphi_{\max}}{\sin 2\varphi_{\max} + 2\varphi_{\max}} \quad 17/$$

W powyższych wzorach  $\varphi_{\max}$  oznacza kąt rozwarcia szczęk,

$\beta$  - kąt zwicia splotek w linie,

$\mu_1$  - współczynnik tarcia lokalnego pomiędzy liną a szczęką, przyjmowany 0,15, dla tej wartości  $\mu_z = 0,17$ ,

$\Psi = 1,17$  - dla analizowanej szczęki.

##### 6. Moment hamowania szczęki zacisku urządzenia do wypuszczania skretu sprężystego z liny

Zacisk linowy prosty traktować można jako hamulec szczękowy o ruchu postępowym szczęk /rys. 4b i c/. Pozwala to na zastosowanie w obliczeniach momentu hamowania wzorów stosowanych w teorii hamulców szczękowych [5].

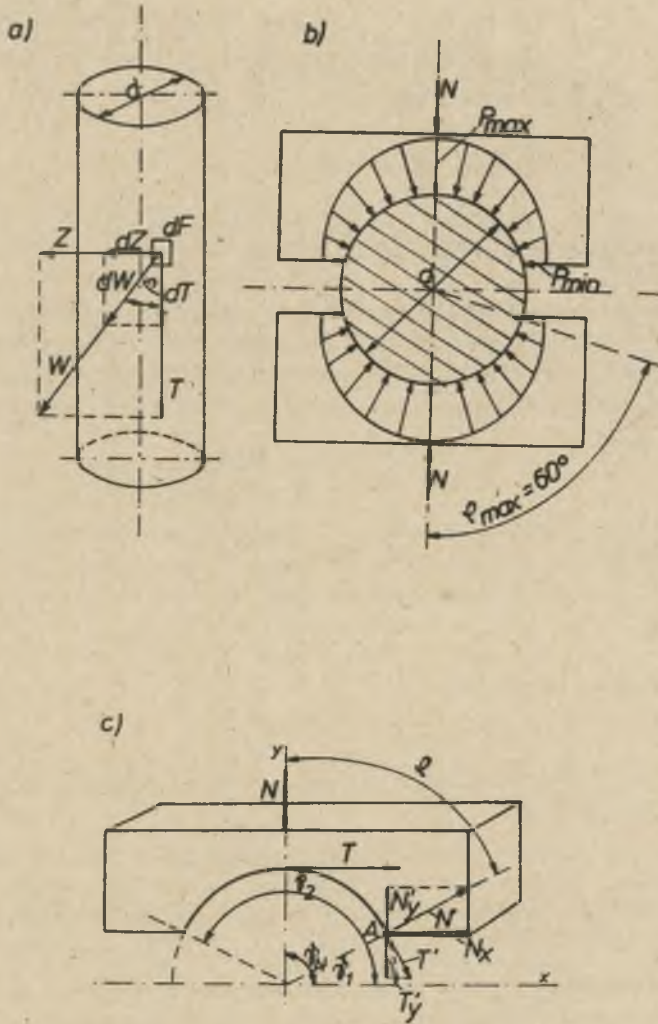
Siła docisku szczęk do liny określona jest wzorem:

$$N = p_{\max} \cdot b \cdot R_t / \cos \gamma_1 - \cos \gamma_2 = p_{\max} \cdot b \cdot R_t \left[ \cos \gamma_1 - \cos (\pi - \gamma_1) \right] = 2p_{\max} \cdot b \cdot R_t \cdot \cos \gamma_1 \quad 18/$$

Siła normalna  $N$  docisku szczęk, pochodząca od siłownika hydraulicznego, działa prostopadle do osi  $x$  /rys. 4c/, czyli  $\gamma_N = \frac{\pi}{2}$ .

Wobec tego moment hamowania obydwu szczęk można obliczyć ze wzorów:





Rys. 4. Schematy przyjęte do obliczeń momentu hamowania liny w zacisku. a - rozkład sił tarcia na styku lina-zacisk, b - zacisk prosty, c - szczęka zacisku

$$M_n = 4 \cdot \mu_z \cdot P_{\max} \cdot b \cdot R^2 \cos \gamma_1 \quad /9/$$

gdzie:

$R_t = R$  - przyjęto, że promień  $R_t$ , na którym działa wypadkowa na obwodzie siła tarcia  $Z$ , jest równy połowie średnicy liny  $\frac{d}{2} = R$ ,

$P_{\max} = \frac{N}{b \cdot d}$  - maksymalny nacisk jednostkowy szczęk do liny,

$d$  - średnica liny,

$b$  - szerokość szczęki,

$\gamma_1$  - kąt krawędzi szczęki.

### 7. Hamowanie obrotów liny w zacisku

Jak założono poprzednio, lina nie obraca się w zacisku, jeżeli jego moment hamowania  $M_n$  jest większy lub równy momentowi odkrętnemu liny  $M_w$ , czyli  $M_n \geq M_w$ . Po wykorzystaniu wzorów /4/, /3/ i /9/ otrzymamy warunek nacisku jednostkowego  $P_{\max}$  szczęk do liny potrzebnego do zahamowania jej obrotów.

$$P_{\max} \geq \frac{k \cdot q \cdot L}{8 \cdot \mu_z \cdot b \cdot R^2 \cdot \cos \gamma_1} \quad /10/$$

Znając  $P_{\max}$  można obliczyć minimalną siłę docisku szczęk  $N$  do liny, a w przypadku urządzenia UHS - ciśnienie w cylindrze siłownika potrzebne do zahamowania obrotów liny. Siła docisku  $N$  wynosi:

$$N_{\min} = P_{\max} \cdot b \cdot d \quad /11/$$

a ciśnienie  $p_c$  w siłowniku:

$$p_c = \frac{N}{F} \quad /12/$$

gdzie:

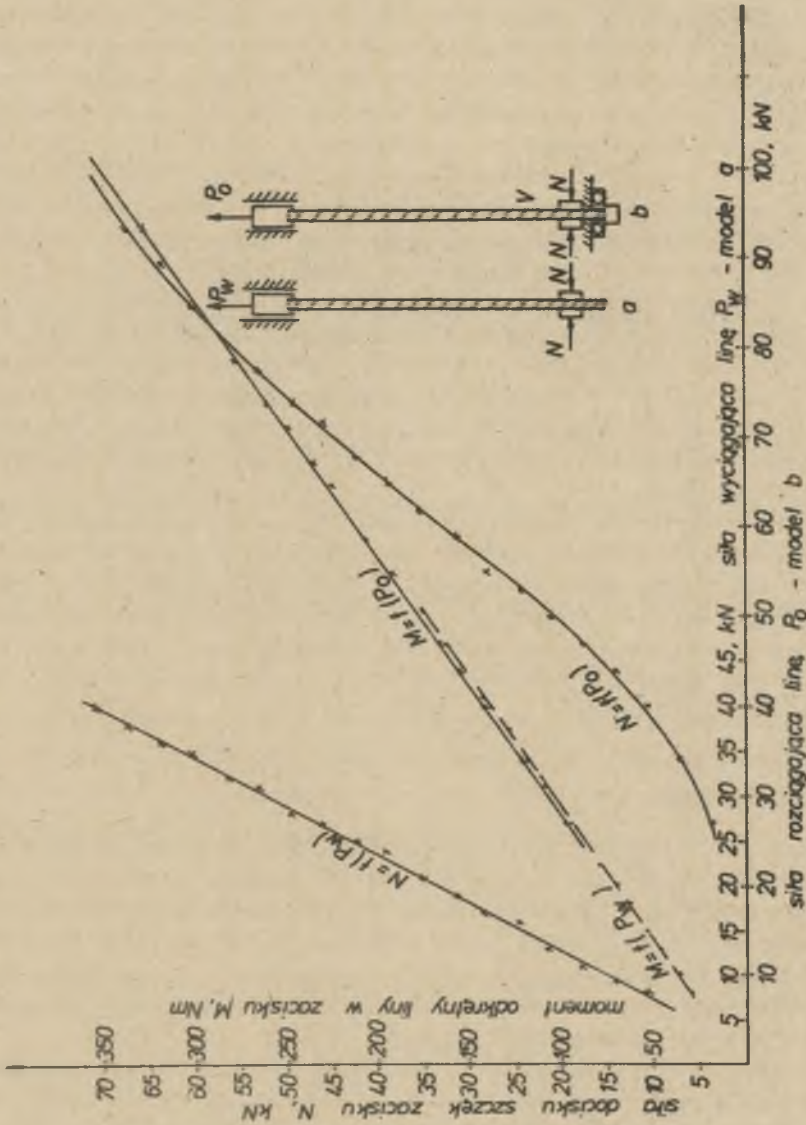
$F$  - powierzchnia tłoka siłownika w analizowanym urządzeniu

$F = 17,77 \text{ cm}^2$ .

Dla analizowanej współpracującej pary lina  $\phi 36 \text{ mm}$  - szczęka o wymiarach  $140 \times 18 \text{ mm}$ ,  $\gamma_1 = 0,5236 \text{ rad} / 30^\circ /$  i wartości współczynnika tarcia lokalnego  $\mu_1 = 0,15$  i zredukowanego  $\gamma_z = 0,17$  otrzymano parametry urządzenia UHS,  $P_{\max} = 20 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$ ,  $N_{\min} = 1008 \text{ daN}$ ,  $p_c = 57 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$ . Ponieważ nieznana jest wielkość technologicznego momentu skręcającego linę  $M_t$  w obliczeniach pewności trzymania liny w zacisku, pewności przed obróceniem i wyslizgnięciem liny, przyjęto współczynnik pewności  $n = 3$  tak jak to przyjmuje się w górskich kolejkach linowych, czyli  $N_{\max} = n \cdot N_{\min} = 3024 \text{ daN}$ ,

$$P_{c,\max} = n \cdot P_{c,\min} = 171 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}.$$

8. Badania urządzenia UHS do wypuszczania skretu sprężystego z liny



Rys. 5. Wykreślne przedstawienie wyników badań zależności siły docisku  $N$  szcęk do liny od siły  $P_w$  wyciągającej z zacisku liny z jednym swobodnym końcem /model a/ oraz od siły rozciągającej  $P_0$  linę z jeany końcem obrotowym /model b/ wywołującej w linie określony moment odkrętny  $M$ .



W celu zweryfikowania rozważań teoretycznych przeprowadzono badania laboratoryjne urządzenia UHS-IIa [2]. W badaniach przyjęto dwa modele prób przedstawione na rys. 5. W modelu na rys. 5a lina zamocowana jednym końcem do napędu zrywarki wyciągana jest z zacisku, którego szczęki dociskane są siłownikiem hydraulicznym. Drugi koniec liny jest swobodny. W drugim modelu badań, przedstawionym na rys. 5b, jeden koniec liny ciągnący jest przez napęd zrywarki, a drugi jej koniec opiera się o kropus zrywarki poprzez wzdłużne łożysko kulkowe. Koniec ten może wykonywać obroty podczas rozciągania liny. Przed łożyskiem kulkowym usytuowano urządzenie UHS tak, że obroty liny mogły być hamowane, co przedstawiono na rys. 1b. Wyniki badań przedstawiono na rys. 5. Z serii badań wg modelu rys. 5a otrzymano wartość zredukowanego współczynnika tarcia liny w zacisku  $\mu_z = \frac{P_w}{2N} = 0,28 \div 0,33$ .

Otrzymana wartość zredukowanego współczynnika tarcia  $\mu_z$  jest około 1,7 do 2 razy większa od wartości obliczeniowej teoretycznie. W trakcie badań wg modelu rys. 5b przy zwolnionych szczękach urządzenia UHS ze wzrostem siły rozciągającej linę wykonywała ona obroty. Przez uchwycenie obrotowego końca liny dynamometrem pomierzono moment odkrętny liny, a następnie dociśnięto szczęki zacisku tak, że lina nie mogła się obrócić i zdjęto dynamometr.

W ten sposób pomierzono moment hamujący  $M_h$  szczęk zacisku /siłę  $N$ /, który hamuje odpowiedni moment odkrętny liny  $M$ , wywołany jej siłą rozciągającą  $P$ . Z tej serii badań można wnioskować, że pewność trzymania liny w zacisku urządzenia UHS tylko przed jej obrotem jest jeszcze większa, ponieważ przy tej samej sile docisku szczęk  $N$  siła wywołująca obrót liny w zacisku musi być prawie dwukrotnie większa w porównaniu z siłą wyciągania  $P_w$  swobodnego końca liny z zacisku.

## 9. Wnioski

1. Urządzenie hydrauliczne UHS do wypuszczania skrętu sprężystego z lin zapewnia siłę docisku szczęk  $N=70,84$  kN, co dwukrotnie przekracza wymaganą maksymalną siłę docisku szczęk  $N_{max}=41,28$  kN dla  $n=3$  i najniekorzystniejszego współczynnika tarcia lokalnego  $\mu_1=0,1$  a trzykrotnie dla  $\mu_1=0,15$ .
2. Urządzenie UHS można stosować do wszystkich średnic lin, ponieważ posiada ono komplet wymiennych szczęk.
3. W obliczeniach urządzeń do wypuszczania skrętu z lin wyciągowych należy stosować wartość zredukowanego współczynnika tarcia  $\mu_z$  liny w zacisku, która jest zależna od współczynnika tarcia lokalnego  $\mu_1$  /do tej pory w obliczeniach używano tylko  $\mu_1$ / oraz od współczynnika kształtu szczęki  $\Psi$ /wzór 7/.
4. Otrzymane z badań wartości zredukowanego współczynnika tarcia  $\mu_z=0,282 \div 0,33$  są większe od obliczonego teoretycznie współczynnika  $\mu_z=0,17$  dla rozpatrywanych wymiarów szczęki, co zwiększa pewność trzymania liny w zacisku.

5. Według przedstawionej metodyki można obliczyć i zaprojektować dowolne urządzenie do wypuszczania skrętu z liny wyciągowej. Mając dane: moment odkrętny liny  $M$  lub współczynnik odkrętności  $k$ , długość  $L$  i masę jednostkową  $q$  zwisającej liny, współczynnik geometryczny kształtu szczęki  $\Psi$ , wymiary szczęki zacisku oraz zredukowany współczynnik tarcia  $\mu_2$  liny w zacisku można obliczyć wymagany moment hamowania  $M_H$  liny w zacisku oraz siłę docisku  $N$  szczęk do liny.

## LITERATURA

- [1] Carbogno A.: Moment odkrętny liny wyciągowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo z.52, Gliwice 1972 r.
- [2] Carbogno A.: Opinia w sprawie określenia siły trzymania liny w zacisku urządzenia do wypuszczania skrętu sprężystego z liny. Zespół Rzeczoznawców SIITG.Nr 35/77, Katowice 1977 r.
- [3] Czitory E.: Seilschwebbahnen, Wien 1962 r.
- [4] Dukiel'skij A.J.: Podwiesnyje kanatnyje dorogi i kabiellyje krany.Maszinoostrojenie, Moskwa 1966 r.
- [5] Karpyszew N.S.: Tormoznyje ustrojstwa szachtnych podjemnych maszin.Izd. Nedra, Moskwa 1968 r.

## АНАЛИЗ ВЫПУСКА УПРУГОЙ СКРУТКИ ИЗ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА И ИСПЫТАНИЕ УСТРОЙСТВА

## Резюме:

На примере гидравлического устройства для выпуска упругой скрутки из несущих подъемных канатов приводится способ подбора условий торможения вращения каната во время контролируемого выпуска упругой скрутки. Представлены результаты лабораторных исследований устройства.

## TESTING THE SYSTEM USED TO RELEASE THE ELASTIC STRAND FROM THE HOISTING ROPE

## Summary

Basing on the example of the hydraulic system UHS IIa used to release the elastic strand from hoisting ropes the authors presented the procedure of decelerating the rotation of the line as the elastic strand is being released from the line under control. Also, the laboratory tests of the UHS IIa system were presented.