

Alfred CARBOGNO

Stefan KONIECZNY

EKSPLOATACJA LIN WYCIĄGOWYCH WYRÓWNAWCZYCH OKRĄGŁYCH  
W KOPALNIACH ROW

Streszczenie. Wyniki eksploatacji wprowadzonych w ostatnich latach do urządzeń wyciągowych lin wyrównawczych okrągłych nieodkrętnych w wielu wypadkach są negatywne. Liny te uległy deformacjom, szczególnie rozwarstwieniom, zaburzona była ich stateczność pracy w szybach (niespokojny bieg, dążność do splatania się i kręcenia).

W artykule podano analizę przyczyn odłożenia lin w szybach, metod ich składowania oraz rozwarstwiania się.

1. Wstęp

W polskich kopalniach węgla, podobnie jak w kopalniach innych krajów, stosowano przed wojną oraz w pierwszych latach powojennych trzy rodzaje lin wyrównawczych:

- odkładane liny wyciągowe nośne okrągłe współzwite,
- liny okrągłe splotowe przeciwzwite zwykłej konstrukcji,
- liny płaskie podwójne szyte.

Powszechnie stosowana w Polsce współzwita konstrukcja lin wyciągowych nośnych ograniczała możliwość wykorzystania tych lin (po odłożeniu) jako wyrównawczych. Jeżeli tego typu lina była mało zużyta, to miała duży moment odkrętny. Ulegała ona rozkręceniu i rozluźnieniu w stopniu uniemożliwiającym jej dalszą pracę. Moment odkrętny odłożonej liny wyciągowej współzwitej zmniejszał się zwykle po jej długiej i intensywnej pracy. Wtedy jednak ze względu na trwałość użycie jej jako wyrównawczej nie zawsze było opłacalne. Duży wzrost natężenia ruchu urządzeń wyciągowych i związany z tym zwykle stan odkładanych współzwitych lin wyciągowych nośnych ograniczył do wyjątkowych przypadków stosowanie tych lin jako wyrównawczych.

Okrągłe liny przeciwzwite zwykłej konstrukcji mają mniejszy moment odkrętny niż liny współzwite. W wykonaniu specjalnym z drutów o wytrzymałości nominalnej na rozciąganie  $R_m = 120 \text{ daN/mm}^2$  były one jeszcze stosowane do niedawna w niektórych głównych urządzeniach wyciągowych PW (około 10%). Zaletą tych lin jest prosta konstrukcja, całkowicie maszynowe wyko-

nanie oraz dobra odporność na uszkodzenia mechaniczne od spadających do szybu ciężkich przedmiotów. Wadą przeciwzwitych lin okrągłych 6-splotowych jest ich znaczna sztywność na zgięcie, a przede wszystkim jeszcze zbyt duży moment odkrętny jak dla lin wyrównawczych. Przeciwzwita okrągła lina wyrównawcza wykonuje podczas każdego wyciągu do kilkadziesiąt obrotów wokół swojej osi, a wskutek znacznej sztywności na zginanie tworzy ona w rzępiu większy łuk nawrotu niż lina płaska. Swobodne kręcenie się liny wyrównawczej okrągłosplotowej wymaga starannej konserwacji zawiesi obrotowych. Jeżeli na przykład wskutek korozji lub zanieczyszczenia zawiesia obrotowego zahamowany zostanie swobodny ruch obrotowy takiego zawiesia, następuje zwykle deformacja liny przeciwzwitej w stopniu uniemożliwiającej jej dalszą pracę.

Omówione wady eksploatacyjne przeciwzwitych lin okrągłych wyrównawczych były przyczyną stopniowego ich zastępowania linami wyrównawczymi płaskimi, zarówno w kraju jak i za granicą. Do zalet lin wyrównawczych płaskich można zaliczyć:

- giętkość, w wyniku czego łuk nawrotu w rzępiu jest mały, co jest szczególnie ważne w szymbach dwuprzędziłowych,
- w dobrym wykonaniu nie mają one tendencji do skręcania się, co pozwala na stosowanie prostych i tanich zawiesi stałych,
- badanie stanu zużycia lin płaskich jest ułatwione, ponieważ prawie wszystkie druty tych lin są widoczne.

Do wad tych lin zaliczyć można:

- dużą podatność na deformacje i uszkodzenia od ciężkich przedmiotów spadających do szybu,
- szybkie ścieranie się i przerywanie drutów zszywających,
- mała odporność na działanie korozji w wyniku istnienia bardzo dużej odkrytej powierzchni drutów w linie (prawie 90%),
- możliwość występowania większych w porównaniu do lin okrągłych falowań poprzecznych wywołanych ruchem liny i powietrza w szybie,
- wysoka cena wynikająca z częściowo ręcznego ich wytwarzania.

Powyższe wady wpłynęły na opracowanie i stosowanie konstrukcji lin wyrównawczych okrągłych nieodkrętnych wielowarstwowych, lub lin wyrównawczych płaskich zbudowanych z linek stalowych zalanych w otoczce gumowej podobnie jak taśmy przenośnikowe z linkami stalowymi. Liny wyrównawcze płaskie stalowo-gumowe są obecnie w stadium rozwojowym, natomiast powszechnie stosowane są liny wyrównawcze okrągłe, nieodkrętne.

## 2. Charakterystyka lin wyrównawczych okrągłych produkcji krajowej

Liny wyrównawcze okrągłe powinny charakteryzować się następującymi cechami eksploatacyjnymi:

- możliwie jak najmniejszą dążnością do kręcenia się dookoła własnej osi (minimalny, lub prawie żaden moment odkrętu),
- dużą giętkością, dzięki której lina ma mały łuk pętli w nawrocie oraz spokojny bieg w szybie,
- wysoką odpornością (zwartość konstrukcji) na korozję, która jest zwykle głównym czynnikiem zużycia liny wyrównawczej,
- odpornością na uszkodzenia od ciężkich przedmiotów wpadających do szybu, odpornością na ścieranie i uszkodzenie wynikające na przykład z zasypywania urobkiem liny w rzapiu szybu. Ponadto powinna być całkowicie produkowana maszynowo, co obniży koszty jej produkcji.

Mając powyższe na uwadze w GIG opracowano konstrukcję takich lin, których przekroje przedstawiono na rys. 1.

Liny wyrównawcze okrągłe dwuwarstwowe 18-splotowe o splotach okrągłych przeznaczone dla górniczych urządzeń wyciągowych wykonywane są od 1966 roku (prototyp wykonano w 1966 r.) przez Sosnowiecką Fabrykę Lin i Drutu w oparciu o dane konstrukcyjne i wytyczne technologiczne opracowane w Głównym Instytucie Górnictwa.

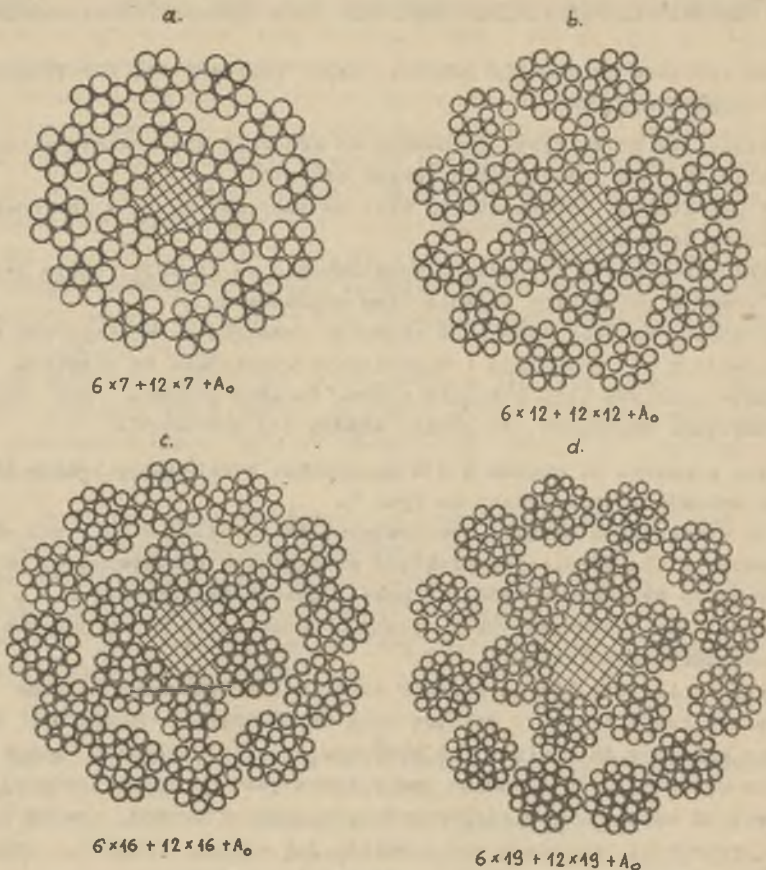
Opracowanie tych lin, a głównie dobór wielkości skoku splotów i kierunków skręcania drutów i splotów oraz uruchomienie produkcji stanowią znaczny postęp w dziedzinie lin wyrównawczych. W ostatnich latach produkcja lin wyrównawczych płaskich zmniejszona jest na rzecz produkcji lin wyrównawczych okrągłych, okrągłosplotowych dwuwarstwowych, bowiem liny nowych konstrukcji posiadają wiele zalet: jak wysoką trwałość, mały moment odkrętu, znaczną giętkość i dużą odporność na korozję.

W stosunku do lin płaskich są mniej pracochłonne i wykonywane całkowicie maszynowo. Liny płaskie dotychczas stosowane w kraju zszywane są ręcznie. W okresie pierwszych 4 lat stosowania przez górnictwo krajowe lin wyrównawczych okrągłych dwuwarstwowych (nie licząc wcześniejszej eksploatacji liny prototypowej) nie zanotowano występowania większych usterek tych lin. Charakterystyczne deformacje, rozwarstwianie się lin dwuwarstwowych nastąpiły niespodziewanie w okresie od 1971 roku do chwili obecnej.

W tej sytuacji zaistniała pilna konieczność ustalenia przyczyn awarii lin, na skutek których powstały znaczne straty w wysokości kilkunastu milionów złotych.

W dalszej części pracy podjęto próbę naświetlania przyczyn deformacji lin w oparciu o analizę nakładania i eksploatacji lin wyrównawczych w kraju z prowadzonych obserwacji w kopalniach Rybnickiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego.





Rys. 1. Przekroje lin okrągłych wyrównawczych konstrukcji GIG

### 3. Analiza pracy lin wyrównawczych okrągłych w kopalniach węgla

W celu uzyskania wiadomości co do przyczyn wycofania lin wyrównawczych okrągłych w urządzeniach wyciągowych krajowych dokonano wypisów z kopalnianych ksiąg lin. Łącznie przeanalizowano pracę 47 lin wyrównawczych okrągłych, które były eksploatowane do 1976 roku lub pracują nadal.

Z analizy pracy 47 lin wyrównawczych okrągłych nieodkrętnych wynika, że kolejność przyczyn ich odłożenia była następująca: rozwarstwienie się liny (wysunięcie splotów wewnętrznych) podczas ich eksploatacji: 13 przypadków - 28%, stwierdzona deformacja fabryczna liny przy zakładaniu, która powiększając się podczas eksploatacji spowodowała rozwarstwienie się liny: 2 szt. - 4,2%, uszkodzenie mechaniczne liny w nawrocie oraz rozwarstwienie się liny - 13%, zasypanie stacji nawrotowej urobkiem, rozluźnienie

Tablica 1

Zestawienie lin wyrównawczych okrągłych  
uszkodzonych na skutek rozwarstwienia w wyciągach skipowych

Lp.	Nazwa kopalni	Szyb	Średnica liny mm	Miejsce uszk. pod zawiesiem m	Czas pracy m-ce	Sposób zakładowania	Rodzaj kołowrotu	Długość liny m	Uwagi
1	XXX-lecia PRL	I	55	280	6	z zawiesiem	Iwanow	750	uszkodzenie wystąpiło po 1 miesiącu pracy
2	"-	I	55	460	5	swobodny koniec	"-	750	"-
3	"-	II W	53	40	6	"-	Kasper	725	
4	"-	II W	53	30	5	"-	"-	725	
5	"-	III	48	-	8	"-	"-	725	
6	Manifest Lipcowy	I Z	58	30	3	z zawiesiem	"-	824	
7	"-	I Z	58	40	10	"-	"-	823	
8	"-	I Z	58	14	14	"-	"-	823	
9	"-	I Z	58	-	5	"-	"-	823	
10	"-	I Z	58	-	2	"-	"-	823	
11	"-	I Z	58	-	3	"-	"-	823	
12	"-	I W	58	60	34	"-	"-	823	założono opaski
13	"-	I W	58	-	2	swobodny koniec	"-	823	
14	"-	I W	58	45	17	"-	"-	823	założono opaski
15	"-	I W	58	-	5	z zawiesiem	Iwanow	823	
16	"-	I W	58	-	36	swobodny koniec	Kasper	823	założono opaski
17	Borynia	I Z	58	20	2	z zawiesiem	Iwanow	789	
18	Marcel	II W	51	40 i 80	17	swobodny koniec	Kasper	823	założono opaski
19	"-	IIIA	51	60 i 75	19	"-	"-	840	

nie splotów zewnętrznych (założenie opasek), pracują nadal 2 szt. - 4,2%, rozwarstwienie, zdjeta 1 szt. - 2,1%, wpadnięcie lin nośnych do szybu i deformacja lin wyrównawczych - rozwarstwienie: 3 szt. - 6,4%, wyrwanie stacji nawrotowej, spętnienie się lin i rozwarstwienie: 3 szt. - 6,4%, spętnienie się lin, deformacja i rozwarstwienie: 2 szt. - 4,2%, przebudowanie lin (ich zamiana): 1 szt. - 2,1%, zdjeta po 5,5 latach w wyniku koro-

zji: 3 szt. - 6,4%, pracuje nadal: 10 szt. (w tym 2 pracują z opaskami) - 21%, przyczyna trudna do ustalenia: 1 szt. - 2,1%.

W tabelicy 1 zestawiono liny uszkodzone wskutek rozwarstwienia się tylko w urządzeniach wyciągowych skipowych. Średni okres pracy, biorąc pod uwagę liny odłożone i liny, które przepracowały co najmniej 2 lata, wynosi 20 miesięcy. Średni okres czasu pracy lin wyrównawczych okrągłych w szybach do głębokości 600 m wynosi około 26 miesięcy, a w szybach o głębokości powyżej 600 m wynosi tylko 18 miesięcy.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że najczęstszym niebezpieczeństwem lin wyrównawczych okrągłych podczas eksploatacji jest występowanie deformacji lin w postaci rozwarstwienia się ich warstw splotów, natomiast korozja lin, tak niebezpieczna w przypadku lin płaskich, była przyczyną wycofania lin w 3 przypadkach i to po 5,5 latach ich pracy. Tak samo uszkodzenie mechaniczne lin okrągłych bardzo intensywnie występujące w przypadku lin płaskich, wystąpiło tylko w 6 przypadkach tj. 13%. Powyższe dwa fakty przemawiają na korzyść lin wyrównawczych okrągłych.

Rozwarstwienie się lin wyrównawczych może być spowodowane nieodpowiednią produkcją lin, sprzyjać rozwarstwieniu liny wielosplotowej może zastosowany sposób ich nakładania

#### 4. Wpływ głębokości szybu na pracę lin wyrównawczych okrągłych w kopalniach Rybnickiego Zjednoczenia PW

Dla oceny wpływu głębokości szybu na pracę lin wyrównawczych przeanalizowano liny pracujące w szybach o głębokości od 400 do 840 m.

Liny zgrupowano w następujących przedziałach głębokości szybu (długość liny decyduje o zakwalifikowaniu do odpowiedniej głębokości szybu):

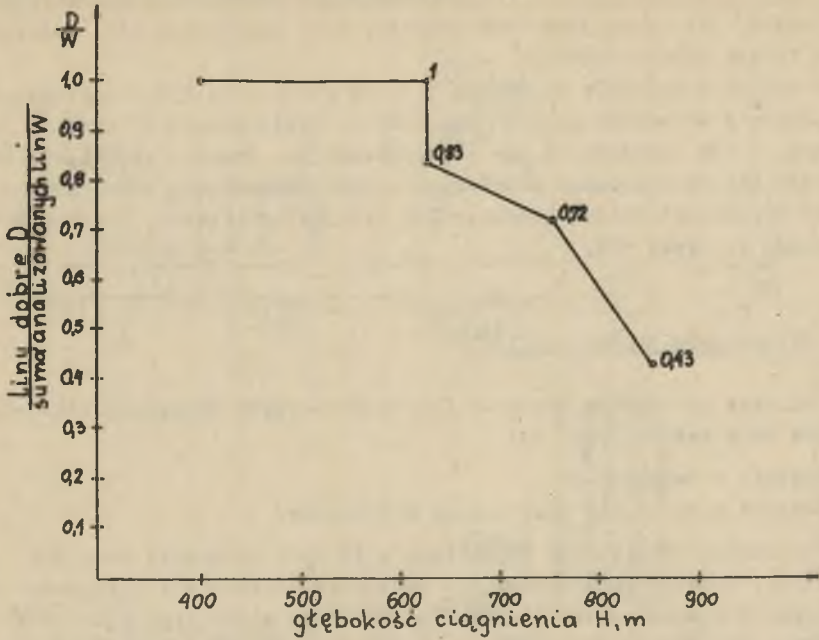
- I od 400 do 500 m
- II od 500 do 600 m
- III od 600 do 700 m
- IV od 700 do 800 m
- V od 800 do 840 m

Do ww. grup zakwalifikowano następujące ilości lin, podając jednocześnie ocenę ich stanu:

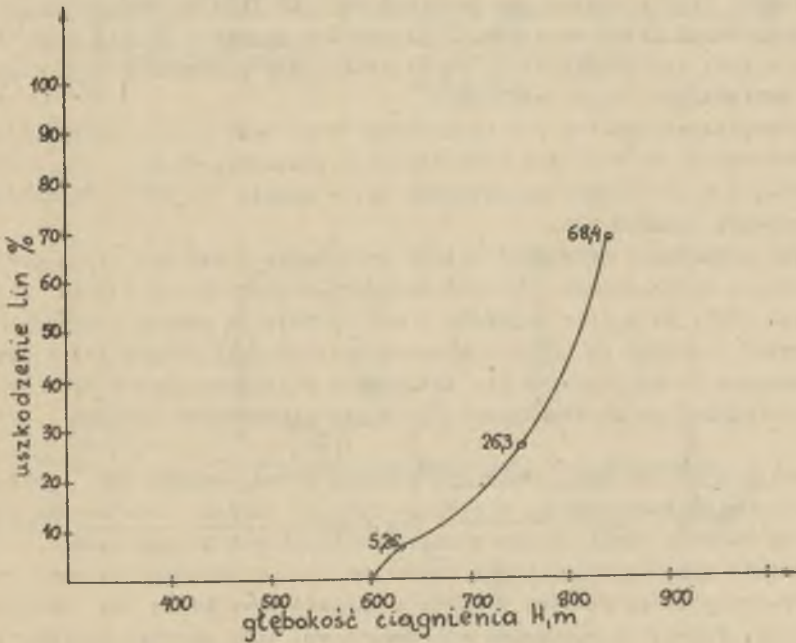
Grupa I	-	6	lin	dobrych	.
"	II	-	5	"	"
"	III	-	5	"	" , 1 lina zła (razem 6 lin)
"	IV	-	13	"	" , 5 lin złych (razem 18 lin)
"	V	-	12	"	" , 13 " " (razem 25 lin)

Zależność pomiędzy stosunkiem lin dobrych do sumy analizowanej ilości lin a głębokością szybu przedstawia wykres na rys. 2. Na wykresie rys. 3 zilustrowano procentową ilość uszkodzonych lin w zależności od głębo-





Rys. 2. Zależność pomiędzy stosunkiem lin dobrych D do sumy analizowanej liczby lin W ( $\frac{D}{W}$ ) a głębokością szybu H



Rys. 3. Zależność pomiędzy procentową liczbą uszkodzonych lin przez rozwarstwienie się a głębokością szybu

kości szybu, przy czym jako 100% przyjęto sumę wszystkich lin uszkodzonych w formie rozwarstwienia.

Jak wynika z wykresów na rys. 2 i 3, do głębokości 600 m okrągłe liny wyrównawcze w warunkach kopalń Rybnickiego Zjednoczenia PW pracują nie-nagannie, a ich przydatność jest 100-procentowa. Poniżej głębokości 600 m obserwuje się występowanie pierwszych objawów uszkodzeń, przy czym poniżej 700 m przyrost ilości uszkodzonych lin jest gwałtowny, a ich przydatność spada do około 50%.

### 5. Technologia zakładania lin

W zakresie zakładania i wymian lin wyrównawczych okrągłych istnieją zasadnicze dwie metody (rys. 4):

- zakładanie z podszybia,
- zakładanie z nadszybia przy pomocy kołowrotów.

W kopalniach Rybnickiego Zjednoczenia PW obie te metody znalazły zastosowanie. W metodzie zakładania z nadszybia stosuje się kołowroty różnego typu, a mianowicie: kołowrót "KASPER" oraz windy frykcyjne "EPR" i "IWANOW".

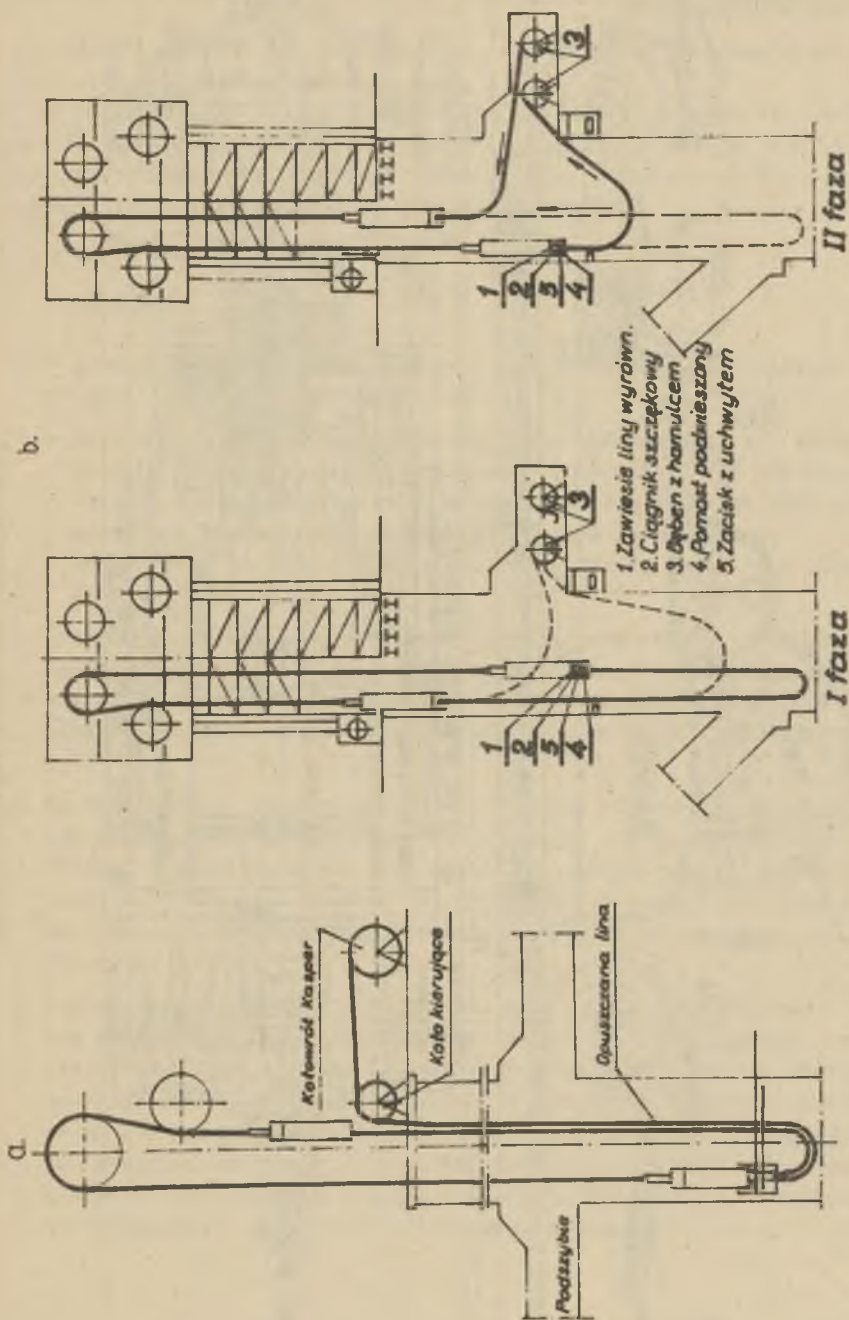
W przypadku nakładania lub wymiany lin drugą metodą opuszcza się swobodnie koniec liny z opaską bez zawiesia tak, że lina ma swobodę kręcenia się jeszcze przed przyłączeniem do naczyń wyciągowych. Obroty tych lin podczas dalszej ich eksploatacji są najmniejsze w porównaniu z kręceniem się lin zakładanych innymi metodami.

Przeprowadzając analizę pod kątem stosowanej technologii zakładania lin, można stwierdzić, że z 23 lin zakładanych z podszybi, żadna nie została uszkodzona, a w niektórych przypadkach np. w szybie III KWK "Rydułtowy" liny pracowały ponad 5 lat.

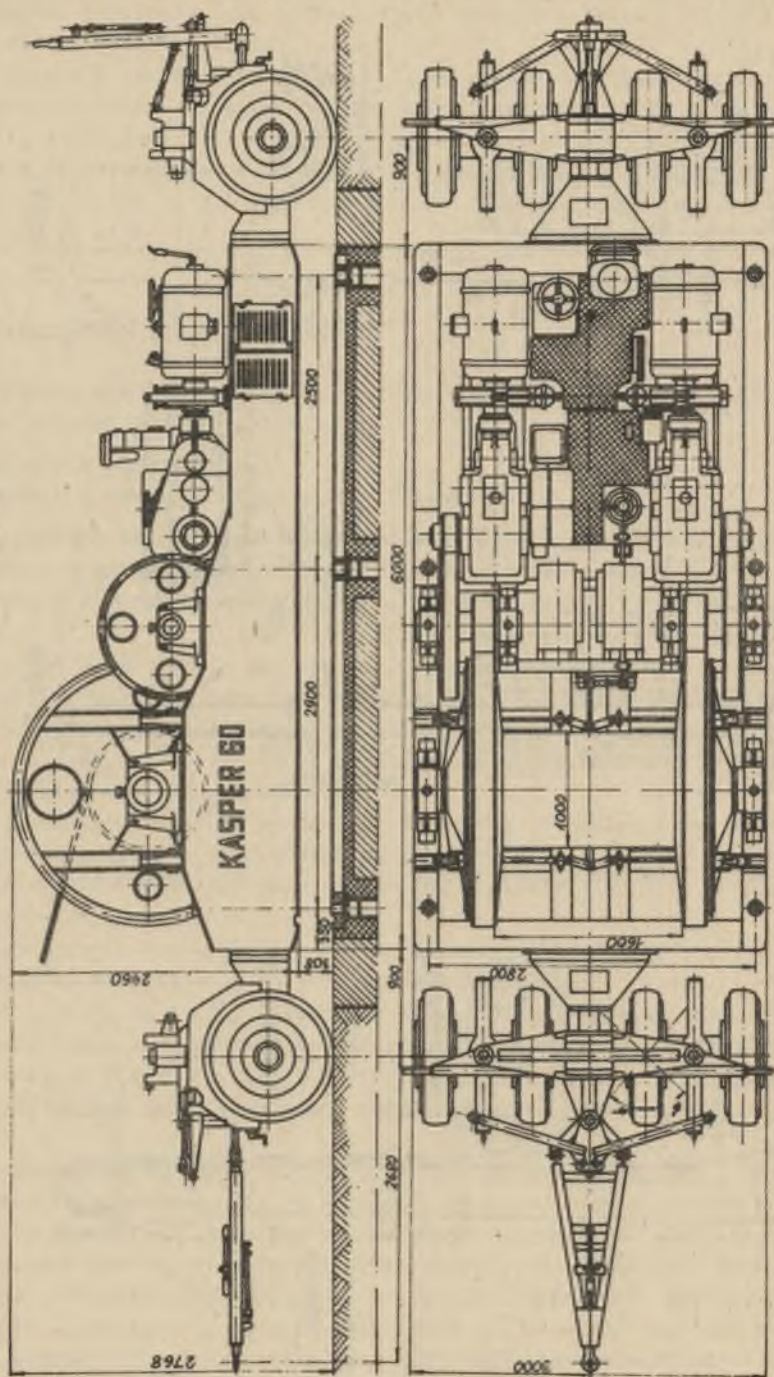
Typowym przykładem wyższości metody zakładania i wymiany lin z podszybia są wyniki eksploatacji lin wyrównawczych okrągłych w szybie I KWK "XXX-lecia PRL". Na 4 liny założone z nadszybia przy pomocy windy frakcyjnej "Iwanow" 2 z nich po krótkim okresie eksploatacji uległy rozwarstwieniu. W miejsce 2 uszkodzonych lin założono z podszybia nowe liny. Na obu założonych linach po 21 miesiącach pracy nie stwierdzono żadnych uszkodzeń.

Z analizy sposobów zakładania lin wynika, że nie należy ich nakładać przy pomocy wind frakcyjnych, w których liny są poddane obustronnym przecięciom na bębnach o małych średnicach, usytuowanych blisko siebie, często z rowkami nie odpowiadającymi średnicom lin. Spowodować to może rozluźnienie zewnętrznej warstwy splotów i ułatwić wysunięcie się wewnętrznej warstwy. Ponadto w przypadku stosowania ww. wind wskutek docisku łańcucha z rolkami dociskowymi może zaistnieć częściowe zniekształcenie ze-





Rys. 4. Schematy zakładania i wymiany lin wyrównawczych okrągłych  
 a - z nadszycia, b - z podszycia



Rys. 5. Schemat kotłowni typu "Kasper"

wewnętrznej warstwy liny, mające wpływ na późniejsze zachowania się lin w warunkach eksploatacyjnych.

W przypadku konieczności zakładania lin z nadszybia z dotychczasowych doświadczeń eksploatacyjnych wynika, że najkorzystniejsze jest opuszczanie liny przy pomocy kołowrotu "Kasper" (rys. 5) bez zawiesia, tylko z opaską przy jednoczesnej kontroli jej obrotów.

## 6. Wnioski

1. Z przeprowadzonej analizy pracy 47 lin wyrównawczych okrągłych dwuwarstwowych 18-splotowych wynika, że:
  - najczęstszą przyczyną przedwczesnego wycofania lin z eksploatacji jest ich deformacja w postaci rozwarstwiania się 28% odłożonych lin,
  - korozja lin niebezpieczna w przypadku lin płaskich była przyczyną wycofania lin w 3 przypadkach i to po 5,5 latach pracy,
  - uszkodzenie mechaniczne było przyczyną wycofania lin w 6 przypadkach - 13%.
2. Czas eksploatacji lin wyrównawczych okrągłych zależy od sposobu ich nakładania. Zastosowana technologia nakładania lin z podszybia okazała się najkorzystniejsza. Żadna z 23 lin nakładanych z podszybia nie została uszkodzona, a w niektórych przypadkach liny pracowały ponad 5 lat.
3. Na tendencję do rozwarstwiania się obecnie stosowanych lin wyrównawczych okrągłych dwuwarstwowych konstrukcji GIG wpływa głębokość ciągnięcia. W kopalniach ROW przy głębokości ciągnięcia do 600 m liny pracowały nienagannie. Poniżej tej głębokości obserwuje się pierwsze objawy uszkodzeń, które gwałtownie narastają po przekroczeniu głębokości 700 m.
4. Przeprowadzona analiza nasunęła wnioski o pilnej konieczności zajęcia się problematyką lin wyrównawczych okrągłych, które obecnie nie spełniają wymagań co do trwałej i bezpiecznej pracy w szybie. Problematyką tą generalnie, począwszy od produkcji lin wyrównawczych okrągłych, poprzez badania laboratoryjne, eksploatacyjne, wymianę i nakładanie tych lin w szybie, kontrolę podczas eksploatacji, ich doboru do urządzeń wyciągowych zajęto się w Zespole Transportu Pionowego i Poziomego Instytutu Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej.



ЭКСПЛУАТАЦИЯ УРАВНОВЕШИВАЮЩИХ КРУГЛЫХ ПОДЪЕМНЫХ КАНАТОВ  
В ШАХТАХ РЫБИЦКОГО УГОЛЬНОГО РАЙОНА

Р е з ю м е

Результаты эксплуатации введенных в последние годы в подъемные установки уравновешивающих круглых неадаптированных открутить канатов во многих случаях являются отрицательными. Эти канаты подверглись деформации, особенно рас-слоиваниям, нарушена была их устойчивость работы в стволах (неспокойное движение, стремление к схвистыванию и скручиванию).

В статье приводится анализ причин отложение канатов в стволах, методы их залаживания, а также расслаивание.

EXPLOATATION OF ROUND HOISTING BALANCE ROPES IN ROW COALMINES

S u m m a r y

Research on the lately introduced non-spinning round balance hoist ropes resulted in pessimistic conclusions. The ropes have undergone deformations particularly deconvolution and, they worked unreliably in pits, producing selfcoiling and turning effects.

The paper analyses causes of the defects and setting principles.