

JERZY ANTONIAK

MASZYNY WYCIĄGOWE WIELOLINOWE
ZRĘBOWE DLA DUŻYCH UDŹWIGÓW I
SZYBÓW O DUŻEJ GŁĘBOKOŚCI

W pracy ponownie uzasadniono duże korzyści natury ekonomicznej i technicznej wynikające z wprowadzenia do ruchu maszyn wielolinowych zrębowych. Zwrócono uwagę na możliwość dobrego wyrównania naciągów lin nośnych w tego typu maszynach dającą w efekcie zwiększoną żywotność lin w porównaniu z maszynami wieżowymi. Zaproponowano także graniczne parametry techniczne maszyn zrębowych w nawiązaniu do dużych udźwigów i szybów dużej głębokości.

Pierwsze maszyny wyciągowe ze sprzężeniem ciernym systemu Koepe w wykonaniu jednolinowym /1877 r./ były budowane z reguły jako maszyny zrębowe z kołami kierującymi usytuowanymi w wieży zastrzałowej lub koźłowej. Wieże konstrukcji stalowej o umiarkowanej masie i wysokości były dostosowane, podobnie jak i maszyny wyciągowe, do granicznej średnicy liny nośnej 70 mm.

Sporadycznie umieszczano maszyny jednolinowe w głowicy wieży basztowej, np. KWK Szombierki, w celu zabezpieczenia ich pracy przed ewentualnymi niekorzystnymi wpływami atmosferycznymi występującymi najczęściej w porze zimowej lub w sytuacjach braku miejsca wokół szybu na zabudowę maszyny zrębowej. Część kłopotów z eksploatacją maszyn zrębowych w porze zimowej zniknęła z chwilą wprowadzenia ogrzewania szybów.

Dopiero wprowadzenie do ruchu maszyn wyciągowych czterolinowych /1962 r. KWK Bolesław Śmiały/, początkowo przeznaczonych do średnich głębokości ciągnięcia i średnich udźwigów, spowodowało instalowanie ich w głowicy wież basztowych żelbetowych lub stalowych. Takie postępowanie było uzasadnione małymi gabarytami maszyn wyciągowych i skipów, a także dawało poprawę pracy lin nośnych wskutek eliminacji kół kierujących.

Tablica 1

Kopalnia	Szyb	Parametry techniczne czterolinowych urządzeń wyciągowych o udźwigu od 200 do 300kN				
		Głębokość ciągnięcia m	Srednica liny mm	Typ maszyny, ZUT Zgoda	Prędkość jazdy m/s	Udźwig kN
Pokój	Wanda	820	42	$\frac{4L-4000}{2x1600}$	13	20
Knurów	III	595	40	$\frac{4L-4000}{2x1600}$	14	20
Śląsk	I	1000	48	$\frac{4L-4000}{2x1900}$	20	20
Man. Lipcowy	I	765	46	$\frac{4L-4250}{2x2400}$	20	20
Borynia	I	713	46	$\frac{4L-4250}{2x2400}$	20	20
Sośnica	IV	750	42	$\frac{4L-4250}{2x2400}$	16	22
Fniówek	Ludwik	1160	58	$\frac{4L-5000}{2x2400}$	20	25
Brzeszcze	Andrzej	640	50	$\frac{4L-5000}{2x2400}$	20	25
Jankowice	VII	750	50	$\frac{4L-5000}{2x2900}$	20	27
Lenin	Karol	733	50	$\frac{4L-5500}{2x3400}$	16	30
Ziemowit	III	686	50	$\frac{4L-5500}{2x3400}$	16	30
Ziemowit	III	465	50	$\frac{4L-5500}{2x3400}$	16	30
Piast	II	860	50	$\frac{4L-5500}{2x3600}$	16	30
Piast	II	500	50	$\frac{4L-5500}{2x3600}$	18	30
Rudna	RII	1000	54	$\frac{4L-5500}{2x3600}$	20	30
Rudna	RII	1000	54	$\frac{4L-5500}{2x3600}$	20	30
Bielszowice zrętowa 2 linowa	II	914	60	$\frac{2L-6500}{2x2400}$	13,6	22

Pozostały jednak koła odginające z ich ujemnym wpływem na żywotność lin, instalowane po jednej stronie gałęzi lin w odległości od 10 do 15 m poniżej bębna pędnej maszyny wyciągowej.

Przejsie w kraju na maszyny wyciągowe czterolinowe dużej mocy

(tabl.1) przeznaczone do dużych udźwignów i dużych głębokości ciągnięcia, przy jednoczesnym ich usytuowywaniu jak w przypadku maszyn średniej mocy w głowicy wieży, udało w efekcie olbrzymie budowle inżynierskie o masie rzędu 10000 ton w wykonaniu żelbetowym /trzonowe pełne/ i rzędu 3000 ton w wykonaniu stalowym oraz kubaturze od 43000 do 50000 m³.

Koszt wykonania wież o wysokości od 90 do 100 m stalowych wynosi około 140 mln złotych, a żelbetowych wynosi około 160 mln złotych, tańszym rozwiązaniem konstrukcyjnym jest wieża basztowa słupowa. Terminy wykonania wież wynoszą kilkadziesiąt miesięcy. Procentowe wykorzystanie kubatury wież wynosi około 30 %. Waciski na grunt są dość duże i dochodzą do 0,15 MPa. Przystosowanie wież basztowych do szybów wydechowych jest trudne i kosztowne. Poważne zagrożenie dla ruchu kopalni jest wynikiem wprowadzenia do wież transformatorów olejowych i dużej ilości kabli energetycznych.

Spośród maszyn wielolinowych jedynie maszyny wyciągowe dwulinowe z zasady budowane były jako zrębowe. Krajowe doświadczenia z eksploatacji tych maszyn pozwalają na wyciągnięcie istotnych wniosków. W kraju mamy zainstalowanych kilkanaście maszyn wyciągowych zrębowych dwulinowych produkcji ZUT ZGODA, z importu z ZSRR oraz przebudowanych z maszyn bębnowych. Wśród tych maszyn wyróżniają się trzy maszyny o największych parametrach technicznych, a to dwie maszyny zainstalowane w szybie III na kopalni Makoszowy /import z ZSRR/ oraz jedna maszyna produkcji ZUT ZGODA typ 2L-6000/2x2000 zabudowana w szybie II KWK Zabrze Ruch Bielszowice [3,4].

Na kopalni Makoszowy maszyny zrębowe pracują od szeregu lat i są to maszyny czterolinowe oznaczone symbolem MK 5x4, które ze względu na ich obciążenie ruchowe wyposażone są tylko w dwie liny nośne o rozstawie 0,9 m. Wieża szybowa stalowa jest budowy koźłowej o wysokości około 58m. Szyb III jest szybem dwuprzędziałowym, w jednym przedziale zabudowane jest urządzenie wyciągowe skipowe, a w drugim - klatkowe. Wyciąg skipowy ma skipy o udźwigu użytecznym 160 kN, prędkość jazdy wynosi 16 m/s, a liny nośne przy głębokości ciągnięcia 660 m mają długość 868 m. Liny te o średnicy 54 mm są budowy trójkątnospłotowej współzwitej, nieocynkowane. Ponieważ średnica bębna pędnego i kół kierujących wynosi 5m, zatem stosunek $D/d = 92,5$. Żywotność tych lin jest wysoka i wynosi od 220000 do 250000 cykli przy około 380 cyklach na dobę i mogłaby być większa, gdyby lin tych nie zdejmowano regularnie co 24 miesiące z uwagi na ustalony okres wymiany.

W drugim przedziale tego szybu pracuje wyciąg klatkowy o udźwigu użytecznym 80 kN i prędkości jazdy 16/12 m/s. Liny nośne długości 868 m każde mają średnicę 48 mm. Budowa lin ta sama co w wyciągu skipowym. Żywotność tych lin jest bardzo wysoka i wynosi od 26 do 29 miesięcy. Szyb III jest suchy, nie występuje także korozja lin, a wykładziny ciemne koła pędnego są produkcji krajowej typu modar. Istotne jest także to, że w urządzeniach tych dzięki dużemu kątowi nachylenia lin do poziomu

na odcinku od wieży do koła pędnego /ponad 55°/ nie występują tzw. drgania strunowe lin na odcinku od kół kierujących do koła pędnego.

Jeżeli porównać żywotność lin nośnych z wyciągu dwulinowego zrębowego skipowego z szybu III KWK Makoszowy z żywotnością lin nośnych pracujących w maszynach wyciągowych czterolinowych wieżowych z kołami odciskowymi o prawie identycznych parametrach technicznych np.:

- z linami maszyny zabudowanej w szybie Foch II KWK Knurów, skipowej o udźwigu użytecznym 150 kN, prędkości jazdy 14 m/s, głębokości ciągnięcia 650 m - średnia żywotność lin nośnych wynosi 160000 cykli;
- z linami maszyny zabudowanej w szybie Lechia KWK Wujek, skipowej o udźwigu użytecznym 180 kN, prędkości jazdy 16 m/s, głębokości ciągnięcia 680 m - średnia żywotność lin nośnych wynosi 115000 cykli;
- z linami maszyny zabudowanej w szybie III zach KWK Zabrze Ruch Bielszowice, skipowej o udźwigu użytecznym 150 kN, prędkości jazdy 16 m/s, głębokości ciągnięcia 640 m - średnia żywotność lin nośnych wynosi 140000 cykli [1].

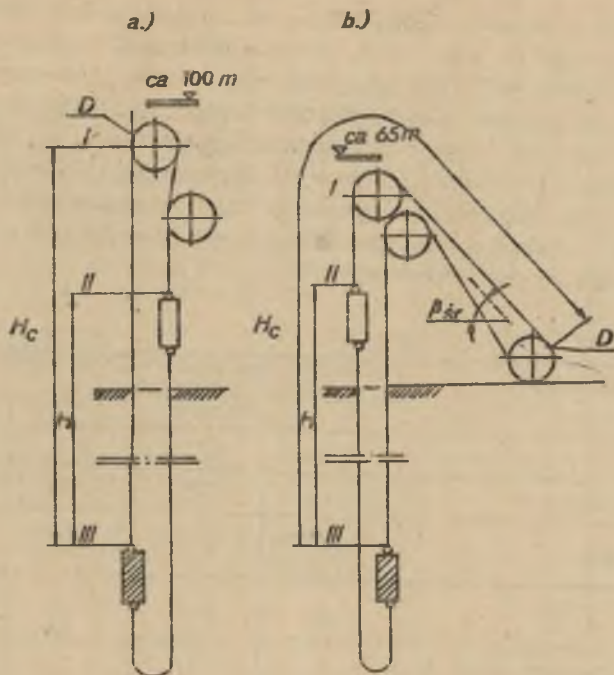
to okazuje się, że żywotność lin wyciągu dwulinowego zrębowego ma się tak do żywotności lin wyciągu czterolinowego wieżowego z kołami odciskowymi jak: 1,45 : 1,00 w najkorzystniejszym przypadku dla maszyn wieżowych lub jak: 2,00 : 1,00 w najmniejkorzystnym przypadku dla maszyn czterolinowych wieżowych. We wszystkich analizowanych wyciągach stosowane są mechanizmy wyrównujące naciągi lin w postaci dźwigni trójkątnych.

To korzystne zjawisko dla maszyn zrębowych ma swoje uzasadnienie w zmniejszonych obciążeniach dynamicznych lin nośnych wywołanych zwiększoną długością liny od zawiesia do koła pędnego. Istotne jest tutaj także lepsze wyrównanie naciągów lin nośnych przy zbliżonych odchyłkach w promieniu przewijania lin nośnych dla urządzeń wyciągowych wieżowych i zrębowych. Do tego wniosku dochodzi się analizując zależności wiążące naciągi lin z odchyłką promienia przewijania ΔR i innymi parametrami urządzenia [2].

$$S_{n-1} = S_{\text{śr}} + \frac{1}{n} \cdot EF \cdot \left[\frac{a_p}{H_c} + \frac{\Delta R}{R} \cdot \ln \left/ \frac{H_c - x}{H_c} \right/ \right]$$

$$S_n = S_{\text{śr}} - \frac{R-1}{n} \cdot EF \cdot \left[\frac{a_p}{H_c} + \frac{\Delta R}{R} \cdot \ln \left/ \frac{H_c - x}{H_c} \right/ \right]$$

gdzie: S_{n-1} , S_n , $S_{\text{śr}}$ - naciągi lin w rejonie zawiesia oddalonego aktualnie od podszybia o x , m, naciąg w linach przewijających się przez promień R , naciąg w linie przewijającej się przez promień większy $/R + \Delta R/$, m, naciąg średni arytmetyczny, kN; n - liczba lin nośnych; H_c, H - długość liny i głębokość ciągnięcia, m /rys.1/; EF - sztywność liny, kN; a_p - zwiększona długość naturalna liny przewijającej się przez rowek o promieniu $/R + \Delta R/$ w stosunku do długości naturalnej pozostałych $/n-1/$ lin przewijających się przez rowek o promieniu R , m, mierzona na podszybiu.



Rys.1 Schemat urządzenia wyciągowego wielolinowego
a - z maszyną na wieży, b - z maszyną na zrębie

Jeżeli $\Delta R/R$ ma tę samą wartość dla maszyny wielolinowej wieżowej co i dla maszyny zrębowej, a także H jest identyczne, to o przeciążeniu linii przewijającej się przez rowek o promieniu $R + \Delta R$ decyduje różnica $H_c - H$, która dla maszyn wyciągowych zrębowych jest kilkakrotnie większa od analogicznej różnicy uzyskiwanej w maszynach wyciągowych wieżowych. W rozważaniach przyjęto $a_p = 0$, co oznacza, że liny mają jednakową długość naturalną i rozpatrzono tylko pierwszą jazdę naczyń w szybie.

Zatem doświadczenia krajowe przemawiają z uwagi na zwiększoną żywotność lin nośnych za stosowaniem zrębowych maszyn wyciągowych wielolinowych w miejsce szeroko dzisiaj stosowanych maszyn wyciągowych wieżowych wielolinowych z kołami odciskowymi. Doświadczenia te wykazały także, jak nieuzasadnione są argumenty co do żywotności lin maszyn zrębowych wysuwane "ad hoc" przez przeciwników czterolinowych maszyn zrębowych.

Za stosowaniem wielolinowych maszyn wyciągowych zrębowych w szybach o dużej głębokości przemawia także i to, że, jak wykazały doświadczenia krajowe i zagraniczne, decydujący wpływ na żywotność lin nośnych w szybach głębokich ma ich zmienne obciążenie wzdłużne statyczne i dynamiczne, a przede wszystkim maksymalna różnica tego obciążenia powtarzająca się cyklicznie i brana dla danego odcinka liny, który z tego względu ma najniekorzystniejsze położenie w rejonie nadszybia i podszybia.

Istotny wpływ na różnicę obciążeń liny ma nierównomierny rozkład obciążenia na poszczególne liny nośne, który w maszynach wyciągowych zrębowych jest mniejszy aniżeli w maszynach wyciągowych wieżowych. W celu zmniejszenia do minimum nierównomierności rozkładu obciążenia na liny nośne korzystne jest zwiększenie promienia przewijania R , co daje także dodatkowe korzyści w postaci prawie całkowitego wyeliminowania wpływu przeginalnia liny na kołach na żywotność lin. Zwiększenie promienia R jest łatwe do uzyskania w maszynach wyciągowych zrębowych w przeciwieństwie do maszyn wyciągowych wieżowych.

Tablica 2

Wyszczególnienie parametru	Maszyny wyciągowe czterolinowe o udźwigu 300 kN w Kopalniach			
	Lenin	Ziemowit	Rudna	Pil.-Wyd.
Szyb	Karol	III	RII	III
Średnica szybu, m	7,5	7,5	7,5	7,5
Rodzaj wieży	basztowa żelbetowa	basztowa żelbetowa	basztowa stalowa	koźłowa stalowa
Wysokość wieży:				
całkowita, m	99	99	87	65
do osi maszyny, m	80	80	80	5
do osi kół linowych, m	-	-	-	55
wymiar poprzeczny wieży, m x m	27x18	27x18	27x18	4,5x6,5
Obliczeniowe obciążenie awaryjne wieży, kN	10	10	13	10
Typ maszyny wyciągowej, ZUT Zgoda	$\frac{4L-5500}{2x3400}$	$\frac{4L-5500}{2x3400}$	$\frac{4L-5500}{2x3600}$	$\frac{4L-5500}{2x3600}$
Prędkość jazdy, m/s	16	16	20	20
Poziom wydobywczy, m	733	686	1000	960
Liny nośne, mm	50	50	50	50
Długość lin nośnych, m	975	950	1240	1350
Ciężar skipu, kN	330	307	355	300
Obciążenie statyczne lin nośnych, kN	980	940	1190	1000
Liny wyrównawcze i liczba lin	płaskie 2	płaskie 2	okrągłe 4	płaskie okrągłe 2 lub 4

W tabl.2 zestawiono niektóre dane techniczne wyciągów szybowych pracujących i projektowanych do wykonania w celu lepszego porównania maszyn wyciągowych wieżowych i zrębowych. Tablica 3 ujmuje natomiast pewne elementy ekonomiczne obu rozwiązań. Zatem rozwiązanie z maszyną wyciągową na zrębie w stosunku do obecnie powszechnie stosowanego rozwiązania z maszyną wyciągową na wieży ma szereg zalet, a mianowicie:

Tablica 3

Wyszczególniony parametr	Maszyny 4-linowe w kopalniach i szybach, realizacja i projekty		
	Rudna II wieżowa	Czeczott I wieżowa	Pil.-Wyd. III kozłowa
Ciężar konstrukcji stalowej wieży, MN	30	28	10
Ciężar konstrukcji 2 budynków maszyn wyciągowych, MN	-	-	2
Koszt wieży, mln zł.	122	118	28
Koszt 2 budynków maszyn wyciągowych, mln zł.	-	-	30
Cykl budowy wieży, m	37	44	12
Cykl nasuwania, do uruchomienia wyciągu, m	wieża po nasunięciu służyła do głębinienia szybu	8	2

- wieża kozłowa jest niższa od 22 do 34 m od wieży basztowej, zużycie stali jest niższe o około 1600 t, naciski wieży na głowicę szybu są dużo mniejsze aniżeli w przypadku wież basztowych, co jest szczególnie istotne przy słabych gruntach wokół szybu i przy budowie szybu przy zastosowaniu mrożenia skał,
- poważnie jest skrócony cykl budowy wieży i budynku dla maszyn wyciągowych, a koszty inwestycyjne są niższe od 60 do 64 mln złotych [4,6],
- mniejsza masa wieży ułatwia jej rektyfikację,
- łatwiejszy montaż maszyn wyciągowych, który może odbywać się w trakcie budowy wieży,
- dogodniejsze warunki eksploatacyjno-remontowe oraz brak zagrożenia dla ruchu kopalni spowodowany odsunięciem od szybu kabli energetycznych i transformatorów olejowych,
- prosta i szybka kasacja wieży po zakończeniu eksploatacji szybu, a także większa odporność tego typu wież na przemieszczenia styczne gruntu wywołane np. dalekim trzęsieniem ziemi,
- dogodne stosowanie w szybach wydechowych,
- brak wpływu drgań jednej maszyny wyciągowej na drugą maszynę, co ma miejsce w wieży basztowej,
- zwiększona żywotność lin nośnych wynikająca z mniejszych obciążeń dynamicznych oraz z lepszego wyrównania naciągów lin,
- możliwość stosowania lin nośnych o dużych średnicach do 70 mm i zastąpienie w ten sposób ośmiu lin nośnych w maszynie wyciągowej wieżowej o średnicy 50 mm przeznaczonych do dużych udźwigów i dużej głębokości ciągnięcia przez cztery liny nośne przy jednoczesnym zachowaniu dużego stosunku D/d. Przykładowo firma EPR zbudowała maszynę wyciągo-

wą czterolinową zrębową o średnicy koła pędnego 9,0 m, mocy silników napędowych 2x3710 kW na ciężar użyteczny 300 kW, prędkość jazdy 20 m/s przeznaczoną do ciągnięcia z głębokości 1200 m.

Niekorzystne cechy maszyn zrębowych w porównaniu do maszyn wieżowych są następujące:

- konieczność stosowania dwóch kompletów kół kierujących na wieży w miejsce jednego kompletu kół odciskowych dla maszyny wieżowej. Masa jednego kompletu kół kierujących o średnicy 5,0 m wynosi 35 ton. Koła kierujące stanowią poważne ograniczenie dla maszyn zrębowych, gdyż zwiększenie liczby lin powyżej czterech nie jest praktycznie możliwe z uwagi na wzrastającą masę całego kompletu kół [4,5],
- wpływ warunków atmosferycznych w ograniczonym zakresie na pracę wyciągu gzybowego,
- ograniczony od dołu rozstaw lin nośnych z uwagi na łożyskowanie i budowę kół kierujących.

Zwiększoną długość każdej liny nośnej o około 160 m /łącznie dla dwóch wyciągów daje to: $2 \times 4 \times 160 = 1280$ m, co przy $d=50$ mm i masie 12,4 kg/m oraz cenie liny 25 zł/kg daje łącznie 0,4 mln zł/ trudno traktować jako wadę, gdyż dzięki tej długości żywotność lin jest zwiększona i wystarczająca, aby żywotność ta była o około 15 % większa od żywotności lin w wyciągu wieżowym i koszty zakupu lin się zrównoważą.

Poprawienie żywotności lin nośnych w wyciągach głębokich jest problemem złożonym, jednak aby zmniejszyć rozrzut obciążenia na poszczególne liny, należy w celach porównawczych posługiwać się podaną poprzednią zależnością, przy czym korzystne jest utrzymanie stałej wartości iloczynu: $\frac{\Delta R}{R} \cdot \ln \frac{H_c - H}{H_c}$ /niezależnie od głębokości ciągnięcia H i dla stałej wartości ΔR .

ten sposób wykorzystuje się naturalne warunki maszyny wyciągowej dla zrównania naciągów, w przeciwnym przypadku dotyczącym przede wszystkim maszyn wieżowych, w których warunek powyższy nie jest do spełnienia, zrównanie naciągów wymaga stałych i pracochłonnych zabiegów ruchowych ze strony personelu technicznego kopalni. Zwiększenie wysokości wieży kółkowej i uzyskanie dostatecznie dużej wartości $(H_c - H)/H_c$ w miarę wzrostu głębokości ciągnięcia nie nastrocza większych kłopotów, a koszty wykonania takiej wieży |niewiele wzrosną w stosunku do wieży trochę niższej.

Poważne zalety maszyn wyciągowych czterolinowych zrębowych w stosunku do maszyn wieżowych stały się podstawą wykonania projektów tego typu wyciągów dla kopalń węglowych w Wałbrzychu i dla kopalń w Zagłębiu Lubelskim [4]. Budowę tego typu wyciągu rozważano także w Zagłębiu Miedziowym [6], a jedynie brak produkcji maszyn zrębowych czterolinowych w kraju spowodował zaniechanie tego projektu. Obecnie bieżą prace z zakresu adaptacji wieżowej maszyny wyciągowej czterolinowej typu 4L-5500/2x3600 do zabudowy na zrębie szybu, przy czym dostosowanie do tych warunków pracy dotyczy przede wszystkim zespołu roboczego maszyny, obejmującego: wał główny, łożyskowanie, elementy fundamentowania, bęben

pedny i dodatkowo urządzenie do egalizacji rowków linowych. Daleko zaawansowane są prace z zakresu konstrukcji kompletu kół kierujących.

Śród kilku wersji budowy tych kół za granicą przeważa rozwiązanie charakteryzujące się osadzeniem trzech kół poprzez łożyska ślizgowe na obrotowej osi, która jest osadzona na zewnętrznych łożyskach tocznych. Czwarte koło zamocowane na stałe na osi ma średnicę większą od trzech pozostałych kół o około 4 mm w celu wymuszenia nieznacznego obrotu osi względem panewek i ułatwienia smarowania łożysk ślizgowych oraz niedopuszczenia do miejscowej deformacji łożysk [6]. Krajowe rozwiązanie przewiduje wykonanie osi nieobrotowej i osadzenie kół linowych za pośrednictwem łożysk tocznych. Łożyska baryłkowe uszczelnione labiryntem z wymianą smaru pozwolą na osiągnięcie małych oporów ruchu i dużej żywotności kół linowych. Rozstaw lin średnicy 50 mm wyniesie w tym rozwiązaniu 0,45 m, a średnica kół linowych została ustalona na 5,0 m.

Uwagi końcowe

Duża i istotna liczba zalet maszyn wyciągowych czterolinowych zrębowych w porównaniu z maszynami wyciągowymi wielolinowymi wieżowymi predystynuje je do szerszego stosowania w krajowej praktyce transportu pionowego w kopalniach głębokich. Maszyny te dobrze nadają się do dużych udźwignięć użytecznych z uwagi na możliwość zastosowania lin nośnych dużych średnic do 60 mm i większych. W tego typu urządzeniach wyciągowych, z uwagi na łatwość uzyskania dużej wartości różnicy $H_c - H$ i jej stosunku do H_c oraz dużego stosunku D/d , wyrównanie naciągów lin jest poprawne i wynika z warunków naturalnych urządzenia, przy poważnym ograniczeniu pracochłonnych zabiegów egalizacyjnych. Lepsze wyrównanie naciągów lin daje w efekcie przedłużenie ich żywotności, co potwierdziły badania krajowe przeprowadzone na maszynach wyciągowych dwulinowych zrębowych.

LITERATURA

- [1] Antoniak J.: Nowe koncepcje w budowie górniczych wyciągów szybowych odpowiadających zwiększonej koncentracji wydobycia i wzrastającej głębokości ciągnięcia. Projekty Problemy. Budownictwo Węglowe G.B.S.P.G. Katowice nr 8/1977r, s.6-12.
- [2] Antoniak J.: Techniczne i ruchowe warunki zapewnienia równomiernego rozdziału obciążenia na liny nośne w układach wyciągowych wieloliniowych. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, Katowice 1978 /w druku/.
- [3] Antoniak J.: Opinia do analizy i projektowanego doboru urządzeń wyciągowych dla kopalni pilotująco-wydobywczej CRW-LZ \bar{W} . G.B.S.P.G. Katowice 1977 r., s.1-10 /niepublikowane/.

- [4] Analiza i projektowany dobór urządzeń wyciągowych dla Kopalni Pilotująco-Wydobywczej CRW-LZW. G.B.S.P.G. Katowice 1977 r., s.1-30 /niepublikowane/.
- [5] Pawelski T. i inni: Sprawozdanie z wyjazdu służbowego do Francji do kopalni Staffenfelden, Katowice 1977 r. /niepublikowane/.
- [6] Porównanie wieży basztowej z maszyną wyciągową na wieży z wieżą koźłową i budynkami maszyn wyciągowych na zrębie. ZBP Miedzi CUPRUM, Wrocław 1977 r., s.1-5 /niepublikowane/.

шахтная многоканатная срубная подъемная машина,
предназначенная для большой грузоподъемности и
очень глубоких стволов.

в работе, вновь, доказаны экономическая и техническая пользы,
вытекающие из-за введения в работу многоканатных срубных машин.
Обращено внимание на возможность хорошего уравновешивания натяжения
несущего каната, в такого рода машинах, что увеличивает живучесть
канатов по сравнению с башенными машинами.
Предложены, также технические предельные параметры срубных машин
по отношению к большой грузоподъемности и очень глубоких стволов.

MULTIROPE GROUND - MOUNTED WINDING MACHINES FOR BIG CAPACITIES AND DEEP SHAFTS

Large advantages of economical and technical nature, resulting from introducing multirope ground - mounted machines are again justified in the paper. Attention is called to the possibility of good equalizing of the lifting rope pull in this type of machines which gives longer rope life as compared with hoisting towers technical boundary parameters of ground - mounted machines are also suggested in connection with big capacities and deep shafts.