

ZYGMUNT KAWECKI  
JULIUSZ STACHURSKI

## WYBRANE PROBLEMY URZĄDZEŃ WYCIĄGOWYCH GŁĘBOKICH KOPALŃ W POLSCE

### 1. Wprowadzenie

Wydanie zbioru prac z okazji Jubileuszu 80 lat życia niezmiernie zasłużonego dla polskiego górnictwa uczonego - konstruktora maszyn górniczych i twórcy szkoły w zakresie transportu szybowego - prof. dr hab.inż. Oktawiana POPOWICZA usposabia do dokonania pewnych porównań. Przyjęto jako bazę porównawczą okres ostatnich 30 lat, w którym dokonał się niezmiernie dynamiczny rozwój polskiego górnictwa, przy czym ze względu na tematykę artykułu ograniczono się wyłącznie do porównania niektórych parametrów bardziej wybitnych urządzeń wyciągowych.

Podstawowe dane techniczne najważniejszych wyciągów szybowych z lat ok. 1948 podaje tablica 1, z której wynika, że maksymalna głębokość szybów sięgała wówczas 774 m / na kop. Dymitrow/; maksymalny ładunek skipów sięgał 12 Mg / na kop. Wirek i Dymitrow/; maksymalna prędkość jazdy wynosiła 16 m/s, zaś najwyższą moc miała maszyna wyciągowa skipowa na szybie Wirek - 2 silniki po 1660 kW = 3320 kW.

W roku 1963 dokonał się zasadniczy przełom w technice wyciągów szybowych w Polsce dzięki uruchomieniu pierwszego 4-linowego wyciągu skipowego w szybie Aleksander III kop. Bolesław Śmiały ze skipem o ładowności 18 Mg + przeciwiężar. Od tego czasu następuje intensywne budowa szybowych wyciągów wielolinowych o coraz wyższych parametrach pod względem udźwigu, przelotowości, głębokości i mocy napędu, przy stosunkowo niewielkim zwiększeniu prędkości jazdy.

W okresie 15 ostatnich lat zbudowano ok. 70 wyciągów wielolinowych, przy czym należy uznać jako zupełnie opanowany problem napędu

Wykaz wyciągów szybowych w Polsce z r. ok. 1948 o najwyższych parametrach Tablica 1

Kopalnia	Nazwa szybu	Rodzaj inoazyń	Głębok. [m]	Masa ładunku [kg]	Prędkość jazdy [m/s]	Moc masz. prędo-wyciągom. [kW]	Uwagi Rok zab.
Centrum /Dymitrow/	Rejtan	2 klatki	774	5,6	12	2500	1918
		2 klatki	774	5,6	12	2500	1922
Wierek	IV	2 skipy	711	12	15	2x1660	1926
		2 skipy	636	9	10	1920	270 1953
Prezydent /Polska/	Prezydent	2 skipy	214	10	5,2	850	400 1931
Szombierki	Krystyna	2 klatki	500	10	15	2400	320 1933
		2 klatki	340	6,5	15	1200	300 1928
Centrum /Dymitrow/	Starga	2 skipy	585	12	16	2450	374 1941

maszynami 2-linowymi / o lokalizacji naziemnej lub wieżowej/ i 4 -linowymi w wersji wieżowej. Osiągnięto przy tym, zwiększenie maksymalnego ładunku skipów do 30 Mg, przy prędkości jazdy 16 do 20 m/s, napędzanych krajowymi maszynami wyciągowymi / produkcji ZUT ZGODA w Świętochłowicach/ typu 4L 5500/2 x 3600 o mocy łącznej obu silników 7200 kW [17].

Jako obecnie najgłębszy i technicznie najlepiej wyposażony należy uznać dwuprzędziałowy szyb skipowy R-II w kopalni rudy miedzi Rudna o głębokości 1024 m. Aktualny wykaz ważniejszych szybów o stosunkowo największej głębokości zamieszczono w tablicy 2.

Jak wynika z tablicy 2, w kopalnictwie rud miedzi przekroczona została już głębokość 1000 m, natomiast w górnictwie węgla kamiennego w niedługim czasie urohomiony zostanie szyb Grunwald III o głębokości 1060 m w kop. Halemba - głęboka. Należy się liczyć z dalszym powiększeniem głębokości szybów w kopalniach rud miedzi do ok. 1200 m, a w dalszej przyszłości nawet do ok. 1350 m.

Również podobnymi, bądź też z jeszcze większymi głębokościami należy się liczyć w rozważanych koncepcjach wyciągów dla ewentualnych kopalń rud żelaza.

Ze względu na to, że dla wszystkich nowo projektowanych kopalń zakłada się nawet przy najgłębszych szybach niezbędne przelotowości teoretyczne wyciągów skipowych w szybie  $\phi$  7500 mm rzędu 1500 do 2000 Mg/ godz., osiągnięcie tak dużego wydobywania możliwe jest do uzyskania w przypadku szybów dwuprzędziałowych wyciągami o ładowności skipów 25 do 30 Mg, natomiast w szybach jednoprzędziałowych wyciągami skipowymi o ładowności skipów 50 do 60 Mg.

W obydwu przypadkach dla tak dużych głębokości szybów trzeba będzie zawiesić skipy na większej ilości niż 4 linach, tj. na ok. 6 lub 8 linach w szybach dwuprzędziałowych i na ok. 8 do 12 linach w szybach jednoprzędziałowych.

Jest sprawą oczywistą, że gdy zostanie podjęta w Polsce produkcja maszyn wyciągowych o większym ładunku użytecznym niż 30 Mg, będzie można również odpowiednio zwiększyć ładunki naczyń w dwuprzędziałowych szybach skipowych / np. do 50 Mg / i wówczas uzyska się dalsze zwiększenie przelotowości szybu.

Niniejszy artykuł omawia niektóre problemy związane z realizacją przyszłych wyciągów głębokich kopalń, przy czym stanowi on podsumowanie szeregu prac prowadzonych w znacznej większości w Instytucie Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Automatyki AGH w Krakowie, a zwłaszcza w Środowiskowym Laboratorium Badania Lin i Urządzeń Transportu Linowego, powołanym przy AGH w 1973 r.

## 2. Parametry określające maksymalny udźwig urządzeń wyciągowych

Wyznaczeniu optymalnej wartości masy podnoszonego w naczyniu urobku poświęcono już wiele analiz. W ich wyniku ustalono, że ze wzrostem udźwigu urządzenia maleje koszt jednostkowy transportu podnoszonego urobku.



Tablica 2

Aktualny wykaz wyjątków głębokich szybów w Polsce o najwyższych parametrach

Kopalnia	Nazwa szybu	Rodzaj naczyń	Głęb. [m]	Masa ładunku [Mg]	Prędk. jazdy [m/s]	Moc maszyn wyciąg. [kW]	Przelotowość [Mg/h]	Uwagi Rok zabudowy
Bolesław Smiały	Aleksander III	skip z przeciwciężarem	400	18	14	2x950	540	1963
		2 klatki	285	10	14	2x950		1963
Anna	Chrobry II	2 skipy	935	15	16	3000	585	1969
		2 klatki	935	10	16	2400		1969
Lenin	Karol	2 skipy	665	30	16	2x3400	1070	1971
		2 skipy	900	30	16	2x3400		przedz. nie wyk.
Manifest Lipowy	I	2 skipy	860	20	20	2x2400	860	1972
		2 skipy		20	20	2x2400		przedz. nie wyk.
Słask	II	2 skipy	765	20	16	2x1900	760	1975
		2 skipy	925	20	16	2x1900		przedz. nie wyk.
Rudna	R-I	2 skipy	1024	15	16	3000	450	1975
		klatka z przeciwciężarem	1013	18	16	3000		1975
Rudna	R-II	2 skipy	1024	30	20	2x3600	900	1977
		2 skipy	1024	30	20	2x3600	900	1977
Hałemska-Głęboka	Grunwald III	2 skipy	1060	30	20	2x3600		uruchowienie ok. 1980 r.
		skip z przeciwciężarem	1060	30	20	2x3600		uruchowienie ok. 1980 r.

Z drugiej strony istnieją pewne obiektywne ograniczenia wynikające z aktualnego rozwoju techniki oraz z ryzyka związanego z równoczesnym poważnym zwiększeniem udźwigu naczyni i głębokości szybu.

Uwzględniając powyższe czynniki, można przyjąć, że w budowie dużych urządzeń wyciągowych dla głębokich szybów zastosowane zostaną zaprojektowane w ZUT-ZGODA 8- linowe maszyny wyciągowe o średnicy bębna pędnego 5,6 m z silnikami o mocy 2 x 5500 kW dla prędkości 16 m/s lub 2 x x 6500 kW dla prędkości 20 m/s. Maszyny te są przewidywane dla ciągnięcia skipami o ładowności 50 Mg i głębokości ciągnięcia do 1600 m. Analiza warunków pracy lin na bębnie pędnym o średnicy 5,6 m wykonana przez Biuro BIPRORUD - Częstochowa wykazała, że całkowite spełnienie wymagań zaleceń stworzonych w RPA dla lin nośnych urządzeń dla głębokich szybów, wynikających z założonej trwałości lin, pozwala na wykorzystanie pełnego udźwigu tylko dla głębokości około 1250 - 1300 m.

Rozpatrując wyniki ww. analizy liczyć należy się z faktem, że postęp w konstrukcji lin, ich prawidłowym doborze oraz polepszenie warunków pracy lin związane np. z udoskonalonym sterowaniem maszyny i obniżeniem sił dynamicznych poprawi nieco sytuację, z drugiej jednak strony przejście z układów osterolinowych z dźwigniowym mechanizmem wyrównawczym na układy ośmiolinowe z wielopunktowym zamocowaniem pogorszy nieco warunki ich pracy.

### 3. Zagadnienie lin nośnych i wyrównawczych

Rozpatrując rozwiązania urządzeń wyciągowych przewidywanych dla głębokich szybów, można stwierdzić, że głębokość ciągnięcia nie ma istotnego wpływu na wartości parametrów, poza jednym z podstawowych elementów, jakim są liny stalowe.

Prace badawcze przeprowadzone w kraju, szczególnie w ostatnich kilku latach, zarówno w zakresie istniejącego stanu techniki światowej, badań laboratoryjnych, jak i ograniczonych aktualnie obserwacji ruchowych lin pracujących w szybach o średniej głębokości wykazały, że zwiększenie głębokości ciągnięcia stwarza w zakresie lin problemy nie tylko ilościowe lecz i jakościowe.

Na przykład już wstępna analiza wpływu głębokości na obowiązujące w różnych krajach współczynniki bezpieczeństwa lin wykazała, że najniższe współczynniki bezpieczeństwa dla głębokich szybów dopuszczają te kraje, które szybów o dużych głębokościach praktycznie nie posiadają. Znaczne różnice występują ponadto w sposobie obliczania wartości współczynników bezpieczeństwa zarówno w sposobie obliczania obciążeń jak i przyjmowania wytrzymałości lin [ 3, 4 ].

Generalnie można przyjąć, że wpływ głębokości na obniżanie wymaganego współczynnika bezpieczeństwa lin będzie mniejszy niż zakładano przed przystąpieniem do analizy doboru lin dla głębokich szybów.

Podstawą do powyższego stwierdzenia są dwa istotne czynniki. Pierwszym z nich jest wynik obliczeń wpływu głębokości na obciążenia dynamiczne lin,

który wskazuje, że wzrost głębokości nie ma istotnego wpływu na obniżenie obciążeń dynamicznych lin [3]. Drugim czynnikiem jest występujący w wielu przypadkach negatywny wpływ głębokości na trwałość lin. Analiza tego wpływu jest dość złożona i pewne znaczenie może mieć obniżony nieco wraz z głębokością współczynnik bezpieczeństwa lin. Podstawowym czynnikiem obniżenia trwałości jest jednak zmiana warunków pracy lin mająca charakter nie tylko ilościowy lecz i jakościowy. Zmiana ta polega na odmiennym charakterze pracy spletek w linie, które po przekroczeniu pewnej różnicy sił w linie zmieniają położenie spletek względem siebie, / zmiana skoku, zmiana kąta zwicia/ w takim stopniu, że staje się to podstawowym czynnikiem niszczenia liny. Różne konstrukcje lin reagują na ten czynnik w różnym stopniu i dlatego np. liny nieodkrętnie są preferowane w szybach o dużej głębokości.

Z drugiej strony wystąpiły tendencje do ograniczenia, w celu zwiększenia trwałości lin, nadmiernych różnic w obciążeniu lin nośnych urządzeń wyciągowych. Dotyczy to głównie lin urządzeń z kołem pędym, gdzie w stosunku do urządzeń bębnowych różnice sił działających w danym przekroju liny są znacznie większe niż ma to miejsce w urządzeniach bębnowych [3].

Takie ograniczenia wprowadzono np. w RPA, gdzie zakres zmienności sił statycznych nie może przekraczać 11,5 %, a statycznych plus dynamicznych 15 %, wytrzymałości liny na rozciąganie. Wprowadzone zostało zatem nowe kryterium doboru lin, które najczęściej podwyższa wynikający z obowiązujących przepisów minimalny współczynnik bezpieczeństwa lin.

W każdym przypadku, opierając się na wynikach badań oraz obserwacji zachowania się lin w głębokich szybach, dąży się do zapewnienia linom tych urządzeń możliwie dobrych warunków pracy stosując duże stosunki  $D/d$  oraz ograniczając w możliwym stopniu naciski występujące pomiędzy liną a wykładzinami kół pędnych i linowych.

W zakresie współczynników bezpieczeństwa na podkreślenie zasługuje sprawa poprawnego ich wyznaczania. W oparciu o aktualne tendencje obliczeń konstrukcji nośnych i elementów maszyn, jak również ze względu na wyznaczanie pracy lin, za jedynie poprawny można uznać współczynnik bezpieczeństwa wyrażony stosunkiem rzeczywistej wytrzymałości na rozciąganie do obciążenia liny. Upraszczożając nieco sprawę, można dla doboru lin przyjąć wartość tego współczynnika równą stosunkowi wytrzymałości rzeczywistej liny do obciążenia statycznego.

Uwzględniając powyższe uwagi, dochodzi się do wzoru na współczynnik bezpieczeństwa lin dla głębokości ciągnięcia 400 do 1200 m:

$$n = 7,2 - 0,001 / H - 400/ \text{ dla jazdy ludzi}$$

$$n = 6,2 - 0,001 / H - 400/ \text{ dla ciągnięcia urobku}$$

przy czym dla większej głębokości współczynnik bezpieczeństwa zachowa wartość obliczoną dla głębokości 1200 m.



Podany wyżej wzór oraz przyjęcie do obliczeń współczynnika bezpieczeństwa rzeczywistej wytrzymałości lin uwzględnione już zostało w "Szczegółowych przepisach w sprawie prowadzenia w ruchu i gospodarki złożem w podziemnych zakładach górniczych Resortu Hutnictwa".

W ramach badań nad własnościami, warunkami pracy, eksploatacją oraz możliwościami produkcyjnymi lin ustalono, że w projektowanych w kraju szybach o dużej głębokości można się opierać na podanych w tablicy 3 [6] konstrukcjach lin.

Podane zakresy głębokości nie są zupełnie sztywne i zdarzają się przypadki poprawnej pracy lin poza podanym zasięgiem, niemniej jednak są i przypadki odwrotne. Należy przy tym zaznaczyć, że wszystkie konstrukcje lin, poza linami zamkniętymi, mogą być produkowane w kraju, przy stosunkowo niewielkim planowym unowocześnieniu parku maszynowego fabryk lin.

Następnym, odrębnym zagadnieniem dotyczącym lin dla głębokich szybów jest ich okresowa, wymagana przez przepisy kontrola. Duże obciążenie szybów wynikające z konieczności ich maksymalnego wykorzystania z jednej strony a związane ze zwiększeniem się głębokości szybów i liczbą lin nośnych, duże długości lin, utrudniają w istotnym stopniu ich prawidłową kontrolę. Jedynym, realnym praktycznie rozwiązaniem tej sytuacji jest szerokie wprowadzanie magnetycznej kontroli lin i to zarówno do badań okresowych jak i obowiązkowej codziennej kontroli. Można przyjąć, że na obecnym etapie rozwoju metody badań i aparatury istnieją pełne możliwości powszechnego zastosowania metody magnetycznej w badaniach okresowych. Obowiązek takich badań został już wprowadzony w zakładach górniczych podległych Resortowi Hutnictwa [7].

Daleko zaawansowane są już prace nad wprowadzeniem codziennej kontroli lin nośnych metodą magnetyczną, przy prędkości ruchu liny na razie w granicach 4 m/s i równoczesnym badaniu wszystkich lin. Zakłada się zastosowanie w tych badaniach defektoskopów opartych na rozwiązaniu analogowym lub cyfrowym, przy czym obydwie układy aparatury zostały już opracowane i sprawdzone w badaniach laboratoryjnych i ruchowych.

Badania nad zastosowaniem metody magnetycznej do codziennej kontroli lin są obecnie najdalej zaawansowane w Kombinacie Górniczo-Hutniczym Miedzi w Lubinie.





#### 4. Prowadzenie naczyń w szybie

Prowadzenie naczyń w szybie, wybór jego systemu i rozwiązania konstrukcyjnego połączone jest nierozdzielnie z przewidywanymi zadaniami szybu i jego wyposażeniem a tym samym zagospodarowaniem tzw. tarczy szybowej.


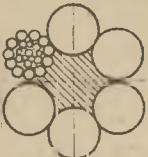
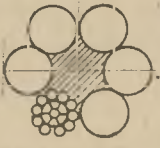

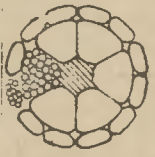
Jeżeli przy projektowaniu kopalni postawi się warunek zmniejszenia do minimum ilości szybów wydobywczych, wówczas zawsze szyb dwuprzędziałowy będzie mieć zdecydowaną przewagę nad jednoprzędziałowym [1, 5].

Tablica 3

Aktualne możliwości oraz perspektywy produkcji lin dla szybów o dużej głębokości-

Konstrukcja liny	Przekrój poprzeczny	Maks. wartość współ. odkrętności	Zakres stosowania do głębokości w [m]				Możliwości produkcyjne krajowych fabryk lin		Uwagi
			nośne	wyrównawcze	przew. odbojowe	do głęb. szybów	Zakres śr. odcinka [m]	Maks. dł. odcinka [m]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zamknięte produkcyjne polskie wg PN-69 5021-02		0,1-0,2	-	-	do 1500-1600	-	26-70	do 1600	wg PN-69 5021-02
Zamknięte o małej wysockości drutów		0-0,1	do 1500-1600	-	-	1500-1600	16-65	do 1600	Brak możliwości produkcji w kraju
Półzamknięta o konstrukcji 1+6+7/7x		0,1-0,2	-	-	1500-1600	-	32-48	do 2000	pierwszy odcinek w 1978 r.
Trójkątnopłotowe dwuzwite, jednowarstwowe		0,7-0,8	900-1000	-	-	-	od 13 do 70	2000 800	Linka produkowana przez krajowe fab. i pow. stosowana w kopalniach



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trójkątnospłotowe z rdzeniem stalowym		0,6-0,7	900-1000	-	-	-	od 48 do 70	1750 800	
Okrągłospłotowe o liniowym styku drutów współzwiązane typu W-K/16 Liny S i WS		współzwiązane 0,7-0,8 przeciwnie 0,4-0,5	1000 1200	-	-	-	od 49 do 59	1850 1300	WK Lina wg dokumentacji GIG-u
Okrągłospłotowe o powierzchniowo liniowym styku drutów typu PL		współzwiązane 0,7-0,8 przeciwnie 0,4-0,5	1000	-	-	-	32-54	w pełnym zakresie potrzebnych długości	wg dokumentacji SLBLSIUTL i LINODRUT odcinek zostanie wykon. w 1978 r.
Dwuzwita dwuwarstwowa trzyczłonowa		0,2-0,3	1300	-	-	1300	od 34 do 52	2000 1500	wg dokumentacji GIG-u
Dwuzwita dwuwarstwowa wstępowa /"firback"/		0,1-0,2	1500 1600	-	-	1500 1600	28-54	w pełnym zakresie potrzebnych długości	Istnieją możliwości produkcji pierwszego odcinka w 1978r.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dwuwarstwowa warstwowa okrągła spłotona T 17 x 7		0,3 ÷ 0,4	-	700	-	-	30 ÷ 55	w całym zakresie potrzebnych długości	wg dokumentacji GIG-u
Dwuwarstwowa warstwowa typ 23 x 7		0,2 ÷ 0,3	-	1200	-	-	od 41 do 55	2500	wg dokumentacji AWK Manifest Lipowy
Trzywarstwowa gibka /Superflex/		0,1 ÷ 0,2	-	1400	-	-	od 44 do 700	2000	wg dokumentacji "LIWODRU TU"
Czterowarstwowa "gibka" /Superflex/		0 ÷ 0,1	-	1600	-	-	44 do 76	3000 900	wg dokumentacji "LIWODRU TU"
Plaska stalowa		0	-	1600	-	1600	2,0 ÷ 21,2	w całym zakresie potrzebnych długości	wg PN lub z importu kraj. fabrycznych zaprzestają prod.
Stalowo-gumowa		0	-	1600	-	-	9-72 $\frac{kg}{m}$	w całym zakresie potrzebnych długości	wg dokumentacji SIBSIUTL i AWK Wieszorek

W powyższym stwierdzeniu uwzględnia się również konieczność wyposażenia każdej kopalni w co najmniej dwa wyciągi wydobywcze dla wyeliminowania możliwości całkowitego postoju kopalni w przypadku zaistnienia dłuższej awarii wyciągu wydobywczego/ np. znany jest niedawno 11-dniowy przymusowy postój kopalni Z o wydobywaniu 20 000 Mg/ dobę w związku z koniecznością usunięcia awarii 8- linowej maszyny jedyne go wyciągu wydobywczego kopalni/.

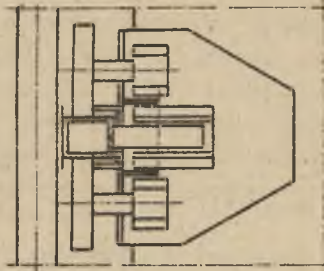
W wyniku przeprowadzonej analizy niezawodności pracy wyciągów szybów wydobywczych/ o ładowności powyżej 7,5 Mg/ w Polsce w okresie 1966/75 [2] stwierdzono, że prawdopodobieństwo poprawnej pracy dla urządzeń skipowych dwuprzędziałowych, przy uwzględnieniu przestoju wymuszonych awarią w sąsiednim przedziale, jest prawie identyczne jak dla urządzeń skipowych szybów jednoprzędziałowych. Stwierdzono również, że nie ma istotnych różnic pomiędzy wartościami wskaźników niezawodności a ładowności naczyń oraz przelotowością urządzeń wyciągowych. W ostatnim okresie czasu pojawiły się tendencje do projektowania jednoprzędziałowych szybów wydobywczych oraz zwiększania parametrów urządzeń wyciągowych do wartości zapewniających żądaną zdolność wydobywczą.

Biorąc pod uwagę z jednej strony wyniki rozważań dotyczących ustalania granicznych, realnych parametrów maszyn wyciągowych i ładowności naczyń, wynikających z określonych warunków pracujących na tych maszynach lin, wynoszących 50 Mg, a z drugiej fakt, że w głębokich szybach stosowane są już układy dwuprzędziałowe o tych udźwigach, dochodzi się do wniosku, że podstawowym rozwiązaniem szybu wydobywczego będzie jednak szyb dwuprzędziałowy. Z tego stwierdzenia wynika wniosek, że podstawowym rodzajem zbrojenia szybu będzie nadal prowadzenie sztywne. Temu też rodzajowi prowadzenia poświęconych jest wiele prac badawczych, mających na celu umożliwienie prowadzenia w szybie dużych mas urobku i naczyń z dużymi prędkościami przy istotnym obniżeniu działających na przewodniki sił, a tym samym obniżeniu kosztów zbrojenia szybu. Wyniki przeprowadzonych badań, zarówno w ich części teoretycznej, jak i zastosowań opracowanych układów prowadzenia naczyń, wskazują na realność osiągnięcia podanych powyżej zadań [8,9].

Spśród opracowanych dla naczyń o dużej ładowności układów prowadnic na szczególną uwagę zasługuje rozwiązanie z zespołową amortyzacją krążków - rys. 1. Jak wykazały badania, układ ten wymaga mniejszych wymiarów przewodników ze względu na ugięcia przewodników i prowadnic, pozwala na pominięcie amortyzującego działania samego bieznika krążka, a w stosunku do innych układów amortyzowanych prowadnic posiada znacznie lepsze własności tłumiące.

Z punktu widzenia obliczeń zbrojenia szybu oraz możliwości zmniejszenia jego kosztów przez obniżenie wysokości profili przewodników i zwiększenie rozstępu dźwigarów, do najistotniejszej zmiany wprowadzonej do zespołowej prowadnicy należy umieszczenie na amortyzowanej płycie prowadnicy zabezpieczającej.





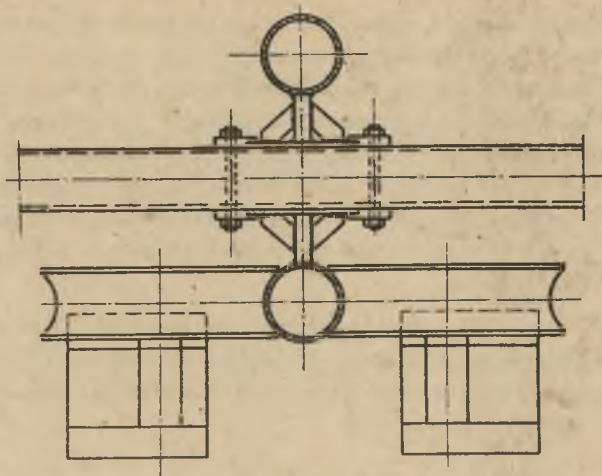
Rys. 1.

Takie usytuowanie przewodnicy zabezpieczającej pozwala na traktowanie zetknięcia się nieamortyzowanej przewodnicy ślizgowej, umieszczonej bezpośrednio na naczyniu, jako przypadku awaryjnego, czego nie można założyć przy obecnych rozwiązaniach prowadzenia, gdzie umocowane bezpośrednio do naczynia przewodnice ślizgowe pracują normalnie równoległe z przewodnicami krążkowymi.

W efekcie przeprowadzonych badań projektuje się obecnie zbrojenie sztywne przy założeniu pionowych odległości dźwigarów 4,5; 6,0 oraz 7,5 m. Wymagane ugięcia amortyzatora przewodnicy wyniosą przy tym, dla naczyń o ładowności 50 Mg, 25 do 35 mm, a zatem odległości od dźwigara do nieamortyzowanej przewodnicy na naczyniu powinny wynosić 35 do 50 mm. Wyżej podane odległości ujęte zostały już w "Szczegółowych Przepisach..." obowiązujących w górnictwie rud [7].

Rezultatem analizy warunków prowadzenia naczyń o dużej ładowności jest również stwierdzenie, że istotnym czynnikiem obciążenia układu prowadzenia naczyń jest obciążenie statyczne wynikające ze statycznego niewyważenia naczyń. Należy się spodziewać, że wynikający z niewyważenia naczyń moment statyczny będzie znacznie większy w przypadku wielopunktowego zamocowania lin i będzie ulegał zwiększeniu w miarę zwiększania się liczby lin nośnych. W świetle wyników przeprowadzonych obliczeń ten rodzaj obciążeń prowadzenia może mieć podstawowe znaczenie.

Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że omówiony wyżej rodzaj obciążeń statycznych będzie również poważnym problemem dla prowadzenia linowego, które w znacznie mniejszym stopniu jest przystosowane do przenoszenia sił poprzecznych. Analiza zalet i wad sztywnego i linowego prowadzenia naczyń doprowadziła do powstania koncepcji prowadzenia rurowego - rys. 2, w którym zawieszono w wieży szybowej rury stabilizowane są w płaszczyźnie poziomej w miejscu mijania się naczyń w szybie lub również co kilkaset metrów. Zgodnie z wynikami przeprowadzonych obliczeń prowadzenie rurowe naczyń posiada szereg istotnych zalet tak w stosunku do prowadzenia sztywnego jak i linowego. Problemy wytrzymałości, łączenia, opuszczania rur itp. są już od dawna opanowane w urządzeniach wiertniczych i to dla znacznie trudniejszych warunków pracy.



Rys. 2.

Układ naczynie-prowadnica krążkowa - prowadnik rurowy został przebadany w laboratorium na stanowisku do badań dynamicznych układów prowadzenia naczyń. Bardziej dokładnej oceny można będzie jednak dokonać dopiero na podstawie badań ruchowych po wykonaniu takiego zbrojenia w szybie, które to prace są już daleko zaawansowane.

#### Wnioski

Analizując sprawę przygotowań do podjęcia wydobywania z dużych głębokości od strony urządzeń wyciągowych dochodzi się do następujących wniosków:

1. Problemowi ciągnięcia z dużych głębokości poświęca się obecnie należyta uwaga, tak od strony analizy stanu techniki światowej i badań, jak i projektowo-konstrukcyjnej i technologicznej.
2. W zakresie lin stalowych uzyskano już wystarczające rozeznanie i na obecnym etapie należy przejść do badań ruchowych wytypowanych i opracowanych konstrukcji lin, wykonywanych w fabrykach krajowych, w istniejących szymbach. Niezbędnym i niezmiernie ważnym elementem tych prac jest planowane uzupełnienie parku maszynowego fabryk lin i drutu pozwalające na podjęcie produkcji potrzebnych dla głębokich szymbów lin.
3. W zakresie maszyn wyciągowych, przyjmując górną granicę ładowności skipów 50 Mg oraz głębokości ciągnięcia 1600 m, przemysł krajowy jest przygotowany do podjęcia produkcji maszyn wyciągowych dla kopalń o dużej głębokości. Na podkreślenie zasługuje przy tym fakt, że ten stan przygotowań jest wynikiem bardzo poważnego podejścia producenta maszyn wyciągowych ZUT-ZGODA, nie tylko do bieżącej produkcji ale i przyszłych zadań Zakładów, wynikających z perspektyw rozwoju górnictwa.

4. Problem prowadzenia naczyń, zwłaszcza w odniesieniu do prowadzenia sztywnego, został już od strony badawczej bardzo szeroko rozpracowany. Na obecnym etapie należy dążyć do wykorzystania wyników prac badawczych w projektowaniu i konstrukcji układów prowadzenia naczyń, po ewentualnym szerokim sprawdzeniu proponowanych układów i metod obliczeń w praktyce. Należy przy tym zaznaczyć, że w zakresie prowadzenia naczyń w szybach odstęp czasu pomiędzy uzyskaniem pozytywnych wyników badań, a zastosowaniem ich wyników w praktyce przemysłowej jest niezmiernie wydłużony.
5. W porównaniu do innych elementów urządzeń wyciągowych zbyt mało uwagi poświęca się naczyńiom wydobywczym, których zmniejszenie ciężaru i funkcjonalność ma bardzo istotne znaczenie dla doboru parametrów i poprawnej pracy całego urządzenia.

## LITERATURA

- [1] Kawecki Z.: Rozwój i perspektywy transportu szybowego w górnictwie światowym. - Banicka Fakulta Wysokiej Szkoły Technicznej Kosice - Zbornik prednasok - 14/16.IX.77 str. 241/263
- [2] Kawecki Z., Hansel J., Hansel Z., Kuleczka J.: Wpływ układów i pojemności naczyń na niezawodność szybowych urządzeń wyciągowych. Zeszyty naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej Nr 658 - Kraków 1977 r. str. 9/24
- [3] Analiza własności i doboru lin nośnych, wyrównawczych i przewodniczących dla wyciągów kopalnianych o dużej głębokości. Etap I 1974 r. Etap II 1977r. Prace naukowo-badawcze Środowiskowego Laboratorium Badania Lin i Urządzeń Transportu Linowego AGH.
- [4] Wainwright E.J.: Present Day Winding Rope Practice in South Africa. Hoisting Conference, Johannesburg 1974.
- [5] Kawecki Z.: Dobór skipów w szybie dwuprzędzielowym. Kierunki Rozwoju Górniczych Urządzeń Wyciągowych. II Konf. N.T. - z. 2. Gliwice 1972.
- [6] Hansel J., Stachurski J.: Zagadnienie lin stalowych dla szybów o dużej głębokości. Materiały Sympozjum "Zagadnienia Postępu Technicznego i Ekonomiki Górnictwa" Komitetu Górnictwa PAN, Sekcja Mechanizacji Górnictwa, Katowice 1977 r.
- [7] Szczegółowe Przepisy w Sprawie Prowadzenia Ruchu i Gospodarki Złotem w Podziemnych Zakładach Górniczych Resortu Hutnictwa. Katowice 1978 r.



- [8] J. Stachurski,      Możliwości ograniczenia obciążeń dynamicznych  
M. Płachno :           w elementach urządzeń prowadzenia naczyń.  
                            Zeszyty Naukowe AGH Nr 86, 1976 r.
- [9] J. Stachurski,      Problem prowadzenia dużych naczyń wydobywczych  
M. Płachno :           w głębokich szybach. Zeszyty Naukowe AGH. Nr 95  
                            1977 r

Избранные проблемы подъемных установок в глубоких шахтах в Польше

SELECTED PROBLEMS OF WINDING EQUIPMENT IN DEEP MINES IN POLAND