

INTERNATIONAL SEMINAR ON MODERNIZATION OF HOISTING  
MACHINES—RELIABILITY AND WORK SAFETY

Jerzy ANTONIAK  
Alfred CARBOGNO  
Instytut Mechanizacji Górnictwa  
Politechnika Śląska, Gliwice, Polska  
Norbert SPENDEL  
Biuro Studiów i Projektów Górniczych  
Katowice, Polska

MODERNIZACJA URZĄDZEŃ WYCIĄGOWYCH PRZEZ ZWIĘKSZENIE  
ICH WYDAJNOŚCI

Streszczenie. W artykule przedstawiono pewne wybrane zagadnienia związane z modernizacją dotychczas eksploatowanych krajowych urządzeń wyciągowych. Wzrost wydajności urządzeń wyciągowych można osiągnąć między innymi poprzez zmianę konstrukcji naczyń wyciągowych skipowych. Przedstawiono charakterystykę dotychczas eksploatowanych konstrukcji skipów w kraju oraz propozycje nowych konstrukcji o zmniejszonej masie własnej i skróconym czasie rozładunku. Nowe konstrukcje skipów o dużych ładownościach 30 i 40 Mg opracowane w BSIPG w Katowicach z przeznaczeniem dla konkretnych kopalń powstały w na podstawie przeprowadzonych badań modelowych i eksploatacyjnych dotychczas eksploatowanych skipów w górnictwie krajowym.

## 1. WSTĘP

W górnictwie węgla kamiennego w Polsce w najbliższych latach wystąpi konieczność modernizacji urządzeń wyciągowych pod kątem zwiększenia ich wydajności. Modernizacja urządzeń wyciągowych związana będzie z:

- dalszą koncentracją wydobycia spowodowaną łączeniem się kopalń oraz mechanizacją procesów urabiania i transportu,
- likwidacją zbędnych lub mało wykorzystywanych urządzeń wyciągowych na rzecz zwiększenia wydajności istniejących urządzeń szybów głównych,
- wzrostem głębokości wydobywania węgla, a tym samym szybów,
- wzrostem zanieczyszczeń skałą płoną urobku węglowego
- trudnościami finansowymi kopalń.

W ostatnich latach wzrost zdolności transportowej urządzeń wyciągowych kopalń odbywał się głównie przez wydłużenia ich czasu pracy do 18 a w niektórych przypadkach nawet do 20 godzin pracy w ciągu doby. Jest to zjawisko niekorzystne, gdyż odbywa się kosztem czasu niezbędnego na roboty konserwacyjno-naprawcze urządzeń wyciągowych i szybu.

Prowadzi ono w efekcie do wzrostu kosztów wydobycia węgla spowodowanego skróceniem okresu eksploatacji elementów urządzenia wyciągowego i zbrojenia szybowego. Wydaje się jednak, że jedną z najważniejszych dróg mających na celu zwiększenie wydajności urządzeń wyciągowych przy wykorzystaniu parametrów technicznych pracujących maszyn wyciągowych jest modernizacja konstrukcji naczyń wyciągowych skipowych. Trend taki wyraźnie jest widoczny również w rozwiązaniach zagranicznych.

## 2. MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA WYDAJNOŚCI URZĄDZEŃ WYCIĄGOWYCH

Zwiększenie wydajności urządzeń wyciągowych możliwe jest poprzez:

- zwiększenie ładowności skipów,
- racjonalne wykorzystanie wykresu prędkości jazdy maszyny wyciągowej i intensywne wykorzystanie dyspozycyjnego czasu pracy wyciągu poprzez skrócenie jego cyklu.

Cykl pracy urządzenia wyciągowego można skrócić zwiększając prędkość jazdy, skracając okresy rozruchu i hamowania oraz zmniejszając czas na za- i wyładowanie naczynia.

Nie należy jednak liczyć na skrócenie czasu jazdy związanego ze zwiększeniem prędkości, gdyż prędkość 20 m/s jest w górnictwie prędkością maksymalną. Nie można również liczyć na skrócenie czasu rozruchu i hamowania wyciągu z uwagi na występowanie szkodliwych zjawisk dynamicznych w pracy urządzenia wyciągowego stwarzających nawet zagrożenie i bezpiecznej jego pracy. Z powyższego wynika, że skrócenie cyklu pracy wyciągu możliwe jest przez skrócenie czasu postoju związanego z za- i wyładunkiem skipów, a przede wszystkim czasu załadunku.

Możliwości skrócenia tego czasu istnieją poprzez:

- stosowanie zbiorników odmiarowych o dużych otworach wylotowych i sprawnych mechanizmach zamykających klapy zbiorników,
- projektowanie układów sterowania maszyny wyciągowej zapewniających minimalne zwłoki czasowe,
- stosowanie dwustronnego załadunku urobku do skipu.

Zwiększenie ładowności skipów powinno się odbywać kosztem obniżenia ich masy własnej oraz związanej z nią masy lin wyciągowych z zawieszzeniami. Możliwości obniżenia masy skipów istnieją przede wszystkim w zwiększaniu użytecznej szerokości pojemnika, w stosowaniu stali o podwyższonej wytrzymałości oraz w zastosowaniu dwustronnego wyładunku. Zarówno zwiększenie ładowności skipu, jak i skrócenie czasu jego rozładunku można uzyskać przez stosowanie skipów dwukomorowych.

## 3. CHARAKTERYSTYKA DOTYCHCZAS STOSOWANYCH KONSTRUKCJI SKIPÓW W KRAJU

Naczynia wyciągowe skipowe są przeznaczone do ciągnięcia urobku bez możliwości transportu ludzi. Odmiana tych naczyń w postaci skipoklatek pozwala również na transport ludzi, lecz w niezbyt dużej ilości. Skipy mają szerokie zastosowanie zarówno w kopalniach węgla, rud, jak i innych

kopalin użytecznych. Stosowane i projektowane obecnie w kraju skipy przystosowane są do:

- sztywnego czołowego prowadzenia,
- dźwigniowego mechanizmu zamykającego klapę skipu (zamknięcie nożycowe i gilotynowe stosowane jest rzadko),
- rewizji szybu i rzepia z ramy dolnej (dolnego pomostu) skipu.

Skipy projektowane są w dwu wykonaniach A i B. W wykonaniu A prowadnice toczne chowane są w głowicy i ramie dolnej. To rozwiązanie stosowane jest w skipach typowych. W wykonaniu B prowadnice toczne usytuowane są na głowicy i podwieszane do ramy dolnej, Główne elementy skipu to:

- głowica,
- człon zasypowy,
- pomost górny podnoszony lub wysuwany,
- pojemnik (kubel),
- człon wysypowy,
- rama dolna (pomost dolny),
- zamknięcie skipu (klapa wraz z mechanizmem dźwigniowym),
- cięgła nośne,
- krzywki.

Ładunek skipu może się odbywać w układzie "C" lub "S". Pojemnik, człon zasypowy i wysypowy wykonane są z blach stalowych o grubości 6 mm. Pojemnik wyłożony jest wykładziną przeciwścierną wykonaną z blachy również o grubości 6 mm. Blacha przeciwścierna poprzednio była wykonywana ze stali St3S, a obecnie ze stali 10H lub 10HA. Przyspawana jest ona do konstrukcji pojemnika.

W starych skipach miejsca najbardziej narażone na udary i ścieranie wykładano warstwą drewna i blachą przeciwścierną. Do pojemnika skipu w celu jego usztywnienia przyspawane są kształtowniki wzmacniające o różnym zagęszczeniu wzdłuż ścian skipu. Początkowo jako wzmocnienie stosowano kątowniki, a obecnie ceowniki. Wzmocnienia mają zapobiegać wybrzuszeniu się pojemnika skipu pod wpływem parcia urobku na ściany. Niekiedy stosowane są nad głowicą blachy boczne (skipy otwarte) o grubości 2 mm, które jednak nie przenoszą obciążenia. W celu ułatwienia transportu skipy w połowie swojej długości są dzielone. W starszych rozwiązaniach dwie części skipu łączono za pomocą sworzni a cięgła nośne skręcano śrubami. Obecnie skipy są całkowicie spawane, a cięgła łączone za pomocą śrub pasowanych. Cięgła nośne wykonywane są z ceowników 140 ÷ 180. Elementy nośne skipu: głowica, cięgła nośne, pojemnik, rama dolna z belkami zawieszenia lin wyrównawczych wykonywane są ze stali St3S lub 18G2A, sworznie ze stali St5 lub stali 45, a łączniki do zawiesznień wielolinowych ze stali 35.

Przekrój tarczy szybowej determinuje wymiary skipu. Skipy typowe wykonywane są o wymiarach 1xm, gdzie l - szerokość skipu (od czoła) bez podchwytów, m - szerokość boczna łącznie z maksymalnym rozstawem rolek dźwigni. Szerokość l = 3376 mm a m = 1300, 1360, 1450 mm. Wymiar m

zmienia się w zależności od wymiaru otworu wyspowego skipu. Rama dolna skipu ma wymiary znormalizowane, jeżeli chodzi o wysokość. Kąt nachylenia dna w 90 % skipów wynosi  $\alpha = 45^\circ$ . Bywają jednak rzadkie przypadki, że  $\alpha = 50^\circ$ . Wymiary otworu wylotowego wynoszą: wysokość 1280 lub 1300 mm i szerokość 986 mm dla skipów o udźwigu 100 - 200 kN lub 1046 czy 1136 mm przy tych samych pozostałych wymiarach i udźwigu. W krajowych skipach stosowane są zamknięcia dźwigniowe, nożycowe i gilotynowe. We wszystkich skipach typowych stosowane są wyłącznie zamknięcia dźwigniowe. Skipy z zamknięciem dźwigniowym stanowią 90 %, nożycowym 8 %, a gilotynowym 2 % wszystkich stosowanych w krajowym górnictwie węglowym skipów. Szerokie stosowanie w kraju zamknięć dźwigniowych wynika z tradycji oraz ze sprawdzonego ich pewnego działania. Zamknięcia nożycowe i gilotynowe należą do rzadkości i są wykonywane do tej pory wyłącznie na zamówienie tam, gdzie jest to uwarunkowane specyficznymi warunkami.

Skip typowy posiada dwa pomosty. Jeden znajdujący się pod głowicą może być wykonany jako ruchomy do podnoszenia i opuszczania lub jako wysuwany lub wsuwany do skipu z nadszybia. Drugi pomost usytuowany jest na ramie dolnej. Pomost górny przeznaczony jest do remontu skipu, a w szczególnych przypadkach awaryjnych do jazdy ludzi. Pomost dolny natomiast do rewizji szybu i rząpia oraz remontu członu wyspowego. Skipy oblicza się wytrzymałościowo: głowicę z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa  $n = 7$  oraz z uwzględnieniem współczynnika  $n = 1,8$  w stosunku do siły zrywającej liny nośne,  $n = 5$  przy spadku na podchwytach. Pojemnik obliczony jest tylko na parcie urobku przy przyjęciu ciężaru uspowego węgla  $\gamma = 0,9 \text{ t/m}^3$  z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa  $n = 7$  oraz na parcie hydrostatyczne wody przy  $n = 1,8$  lub naprężeń dopuszczalnych mniejszych od  $0,9 R_e$ , gdzie  $R_e$  - granica plastyczności materiału. Rama dolna i cięgiła nośne obliczane są sprawdzająco na siłę zrywającą linę wyrównawczą ze współczynnikiem  $n = 1,25$ . Dodatkowo cięgiła nośne w górnej części skipu i głowicę sprawdza się na obciążenie od siły awaryjnego hamowania naczynia przy współczynniku  $n = 1,8$ .

Do realizacji zadań transportowych w szybach o dużej koncentracji wydobywania stosowane są skipy o dużej ładowności 30 - 40 Mg. Stosowane obecnie w kraju duże naczynia skipowe mają kształt prostopadłościanu o przekroju poprzecznym prostokątnym lub kwadratowym; częściej stosowane są skipy o przekroju prostokątnym. Skipy o przekroju kwadratowym pomimo zalet samego naczynia wymagają wykonania bardziej kosztownego zbrojenia szybu, a w szybach dwuprzędziałowych instalowania maszyn wyciągowych wieżowych na dwóch poziomach. Skip o ładowności 30 Mg ma znaczną wysokość około 19 m. Skipy o przekroju prostokątnym najczęściej stosowane są w szybach dwuprzędziałowych w układzie jednorzędowym, rzadziej w układzie dwurzędowym.

Ekspluatowane skipy posiadają przekroje poprzeczne w granicach  $3 \text{ m}^2$ .

Wysokość wlotu załadowniczego w skipach o ładowności 10 - 30 Mg wynosi 1700-3000 mm i jest uzależniona od wysokości wylotu zbiornika załadowniczego, wydłużania się lin nośnych w czasie załadunku urobku oraz tolerancji ustawiania skipu, przy czym tolerancja ta jest większa dla skipów pracujących w układzie sterowania automatycznego. Wyloty pojemników skipów mają powszechnie zamknięcia dźwigniowe, nożycowe i gilotynowe. Urządzenia przeciwkruszeniowe praktycznie zostały w skipach krajowych wyeliminowane. Obecnie skipy projektuje się bez urządzeń przeciwkruszeniowych.

Skipy budowane za granicą mają przekroje większe, co między innymi ułatwia za- i wyładunek oraz pozwala uniknąć zatorów i nawisów, Pozwala też na znaczne obniżenie wysokości skipów.

Masy obecnie konstruowanych skipów rozłożone są w poszczególnych elementach następująco: na głowicę przypada 15 - 20 %, na ramę dolną 10 - 15 %, na ciężła nośne około 10 % ogólnej masy oraz około 50 % masy skipu przypada na pojemnik.

Skipy prostokątne o szerokości 1,4-2 m posiadają swoje krytyczne długości wynoszące 2,6 - 2,8 m. Przekroczenie tych długości sprawia, że masa własna skipów gwałtownie wzrasta. Pojemniki skipów o przekroju prostokątnym i kwadratowym o małych ładownościach nie wymagają stosowania dużych wzmocnień przeciwybruszeniowych. Dla większych ładowności pojemniki są znacznie wzmocniane z uwagi na niekorzystny ich kształt pod względem wytrzymałościowym.

Pojemniki o przekrojach prostokątnych i kwadratowych, wykonane z blachy o grubości 10 mm, nie stanowią konstrukcji samonośnej i wymagają poważnych wzmocnień w celu ograniczenia maksymalnych naprężeń niszczących oraz wybruszeń boków. Stosowane w Polsce skipy o przekrojach prostokątnych i kwadratowych mają wymiary przekraczające wymiary krytyczne, w związku z czym stosowane są wzmocnienia, które zwiększają masę skipów. Skipy ciężkie wymagają większej ilości stali na ich wykonanie, stosowania grubszych i cięższych lin itd. Wyposażone są przeważnie w zamknięcia dźwigniowe, które są ciężkie, zwiększają wysokość skipu i posiadają niepewny zatrzask ryglujący kłapę.

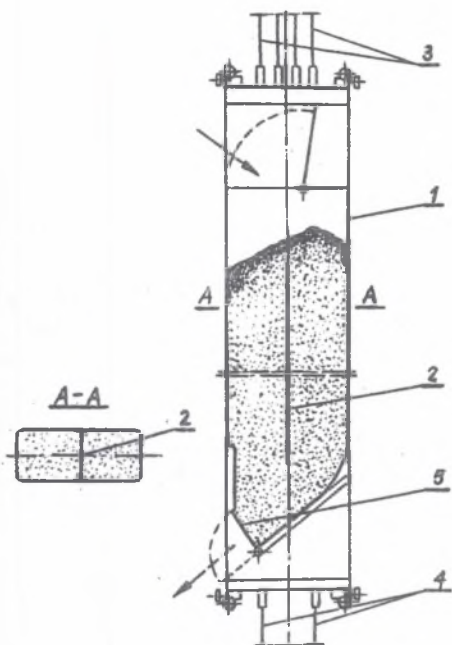
Jak wykazała praktyka, zamknięcia dźwigniowe dla skipów dużych powyżej 20 Mg ładowności są mało przydatne, szczególnie w górnictwie rud. Poza tym mechanizm dźwigniowy wymaga bocznego przewężenia pojemnika, co jest kłopotliwe, zwiększa zużycie pojemnika, ułatwia zawieszanie się urobku. Obok trudności z wyładunkiem urobku z wąskich i wysokich skipów podstawowym problemem jest duża masa własna skipu. Z powyższego wynika, że istnieją duże możliwości modernizacji aktualnie stosowanych w kraju skipów.



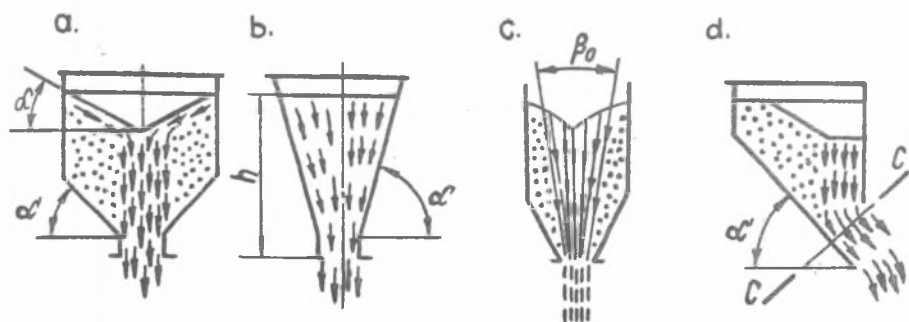
#### 4. SKIPY DWUKOMOROWE

Stosowane obecnie skipy w większości mają przekrój prostokątny o stosunku boków 1:3. Przykładowo prostokątne pojemniki skipów o ładowności 30 Mg w szybie kopalni "Wesoła" mają wymiary 1050 x 3350 mm. Skipy prostokątne jednokomorowe z jednostronnie usytuowanym otworem wylotowym okazały się konstrukcjami mało efektywnymi głównie ze względu na mechanikę wypływu urobku i ze względów wytrzymałościowych. Stopień nieracjonalności wspomnianej konstrukcji rośnie ze wzrostem pojemności użytkowej skipów. Powyższe dotyczy również zbiorników odmiarowych jednokomorowych o przekroju prostokątnym. Znane są z praktyki kopalnianej częste przypadki "wybrzuszania" się skipów, stąd zagadnienie stateczności ich konstrukcji, już choćby ze względów bezpieczeństwa pracy wyciągu szypowego, jest bardzo istotne. O ile jeszcze czas rozładunku skipów jest stosunkowo krótki, to samo wyładowywanie się zbiorników odmiarowych do skipów w podszybiach trwa jeszcze zbyt długo. Nierzadko mają miejsce postoje urządzenia wyciągowe ze względu na powstające w skipie lub zbiorniku zatory.

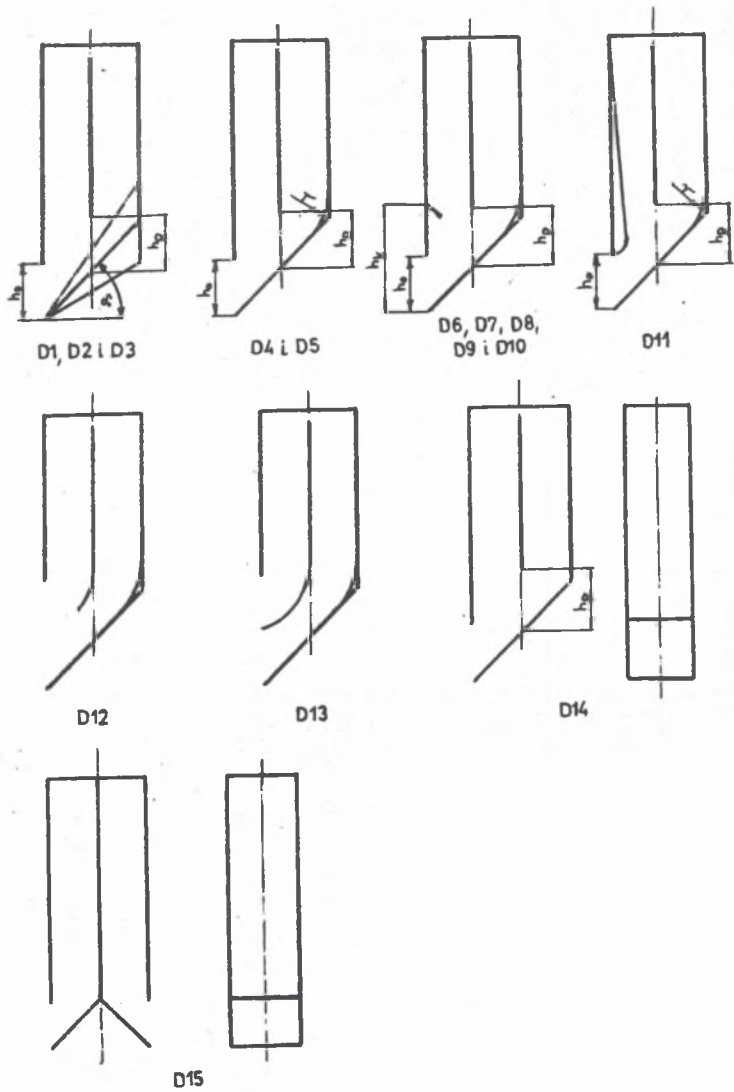
Wymienionych niedogodności w znacznej mierze można uniknąć wprowadzając zamiast stosowanych rozwiązań wielokomorowe skipy i zbiorniki odmiarowe [2,8]. Proponowane rozwiązanie polega na tym, że do wnętrza skipu lub zbiornika odmiarowego zabudowuje się jedną, dwie lub kilka przegród, w zależności od ich kształtu przekroju poprzecznego, tak aby otrzymać kwadratowe lub prawie kwadratowe komory - rys.1. Pozornie wydawać by się mogło, że wprowadzenie do wnętrza skipu lub zbiornika przegrody zakłóci i wydłuży proces ich opróżniania. Z teorii mechaniki materiałów sypkich wiadomo, że różny może być wpływ materiału ze zbiornika - rys.2 [12]. Najkorzystniejszy ciągły, laminarny, masowy przepływ materiału (rys.2b) można uzyskać jedynie przy zachowaniu odpowiednich proporcji geometrycznych zbiornika lub pojemnika skipu. Proporcje te zależą głównie od wielkości ziarn oraz własności ośrodka sypkiego. Wprowadzenie przegród w skipach i zbiornikach stanowi czynnik korygujący ich niedomagania eksploatacyjne wynikające z nieprawidłowo przyjętych kształtów i wymiarów przekroju poprzecznego. Poza tym w zbiornikach z przegrodami istnieją lepsze warunki ruchu ośrodka sypkiego ze względu na osiągnięty mniejszy współczynnik tarcia między materiałem sypkim a gładką blachą przegrody od współczynnika tarcia wewnętrznego materiału sypkiego. Mimo wad stosowanych w górnictwie jednokomorowych skipów o przekroju prostokątnym, skipy te w wykonaniu wielokomorowym przez dodanie przegród mogą wykazywać znaczne zalety. Ewentualne zalety skipów wielokomorowych sprawdzono na podstawie badań modelowych. Zalety konstrukcji skipów dwukomorowych sprawdzono za pomocą badań modelowych. Badania modelowe dotyczyły charakteru wypływu urobku ze skipów oraz czasu jego trwania. Badania modelowe przeprowadzono na modelach skipów jednokomo-



Rys. 1. Skip dwukomorowy z jednostronnie usytuowanym otworem wylotowym:  
 1 - zasobnik skipu, 2 - przegroda, 3 - liny nośne, 4 - liny wyrównawcze.



Rys. 2. Rodzaje wypływu materiału sypkiego ze zbiorników: a - normalny, b - ciągły (hydrauliczny), c - mieszany (pośredni), d - przy boczny usytuowaniu otworu wylotowego



Rys. 3. Schematy badanych modeli skipów dwukomorowych. D1 do D15 - typy modeli.



rowych i dwukomorowych [8]. Modele skipów wykonano w skali 1 : 10 opierając się na teorii podobieństwa mechanicznego. Wykonano je z blachy stalowej, z tym, że jedna ściana boczna była z pleksiglasu o grubości 4 mm-rys.3. Proces opróżnienia modeli skipów filmowany był z prędkością 60 i 300 klatek na sekundę. Z analizy poszczególnych faz ruchu ośrodka sypkiego w modelach skipów dwukomorowych-rys.4- wynika pewna prawidłowość polegająca na dwustopniowym ich wyładowywaniu. Najpierw węgiel wysypywał się z komory przedniej 1 nad otworem wylotowym, a następnie dopiero z komory tylnej 2. Stwierdzono, że w obu komorach skipu występował zawsze masowy ( laminarny ) przepływ ziarna węgla. Właściwe opróżnianie komory tylnej 2 rozpoczynało się dopiero w momencie końcowej fazy opróżniania komory przedniej 1. W wyniku zastosowania w skipie przegrody uzyskano ciągłą jednorodną strugę urobku i co się z tym wiąże-większe natężenie wypływu. Zmiana przegrody w skipie z prostej na łukową (rys.4d) spowodowała, że wyładunek komór odbywał się bardziej równocześnie. W tych przypadkach należało jednak zwiększyć otwory wylotowe modeli skipów, aby uzyskać krótki czas wyładunku. W modelach skipów, w których zastosowano przegrodę łukową wraz z dodatkowym odcinkiem prostym całkowicie dzielące pojemnik skipu na dwie części(rys.4e), uzyskano dalsze prawie równoczesne wyładowanie komór. Występujące różnice wynikały z faktu większej pojemności komory tylnej 2 oraz nieco dłuższej drogi ziarna w tej komorze niż w komorze przedniej 1. W badanych modelach skipów dwukomorowych uzyskano zwiększenie natężenia wypływu węgla w porównaniu z modelami skipów jednokomorowych. Z badań modelowych skipów dwukomorowych wynika, że mogą one stanowić poważną konkurencję dla skipów konwencjonalnych jednokomorowych. Analiza konstrukcji skipów dwukomorowych wykazała również inne ich zalety z uwagi na parcie urobku na ich ściany. W celu porównania wielkości parcia materiału sypkiego na pionowe ściany skipów wysokich jedno- i wielokomorowych, dla których liczba kryterialna  $M/R \geq 10$  (gdzie H - wysokość zasobnika skipu w m,  $R = F/2(A+B)$  - promień hydrauliczny przekroju poprzecznego zasobnika skipu w m, F - przekrój poprzeczny zasobnika skipu w m, A, B - wymiary przekroju poprzecznego zasobnika w m), przeprowadzono obliczenia(rys.5) za pomocą wzorów z teorii Janssena, w której założono stały stosunek parcia poziomego i pionowego. Wzory te mają postać [10,12]:

$$\text{- parcie pionowe } \quad p_x = \frac{\gamma}{\delta} R \cdot k_1 \cdot k_2$$

$$\text{- parcie poziome } \quad p_x = \frac{\gamma}{\delta} R \cdot k_2$$

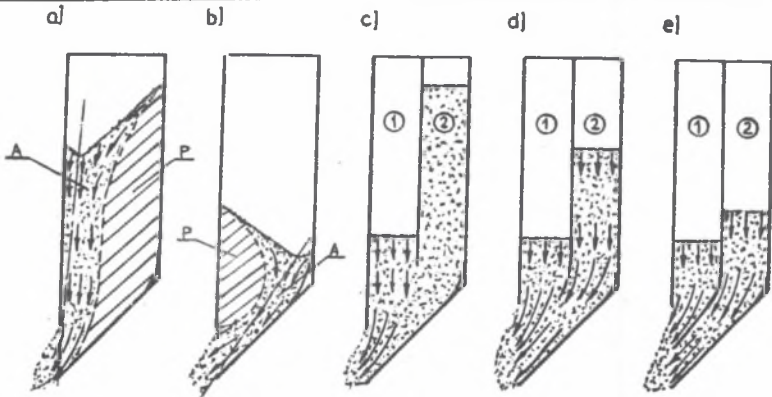
gdzie:  $\gamma$  - ciężar usypowy węgla kamiennego w  $\text{kN/m}^3$ ,

$\delta$  - współczynnik tarcia węgla o ściany skipu,

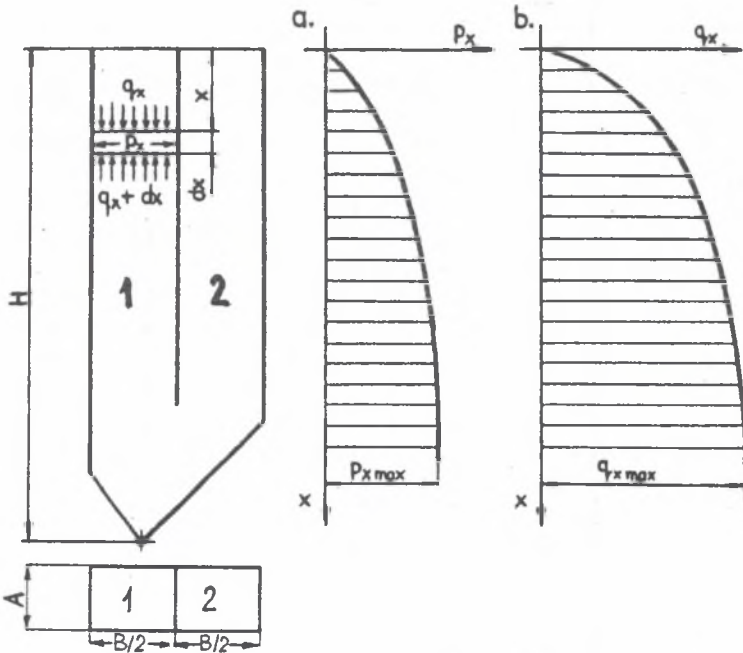
R - jak poprzednio,

$$k_1, k_2 \text{ - współczynniki, według Koenena } \quad k_1 = \frac{1}{\text{tg}^2(45 - \frac{\delta}{2})},$$

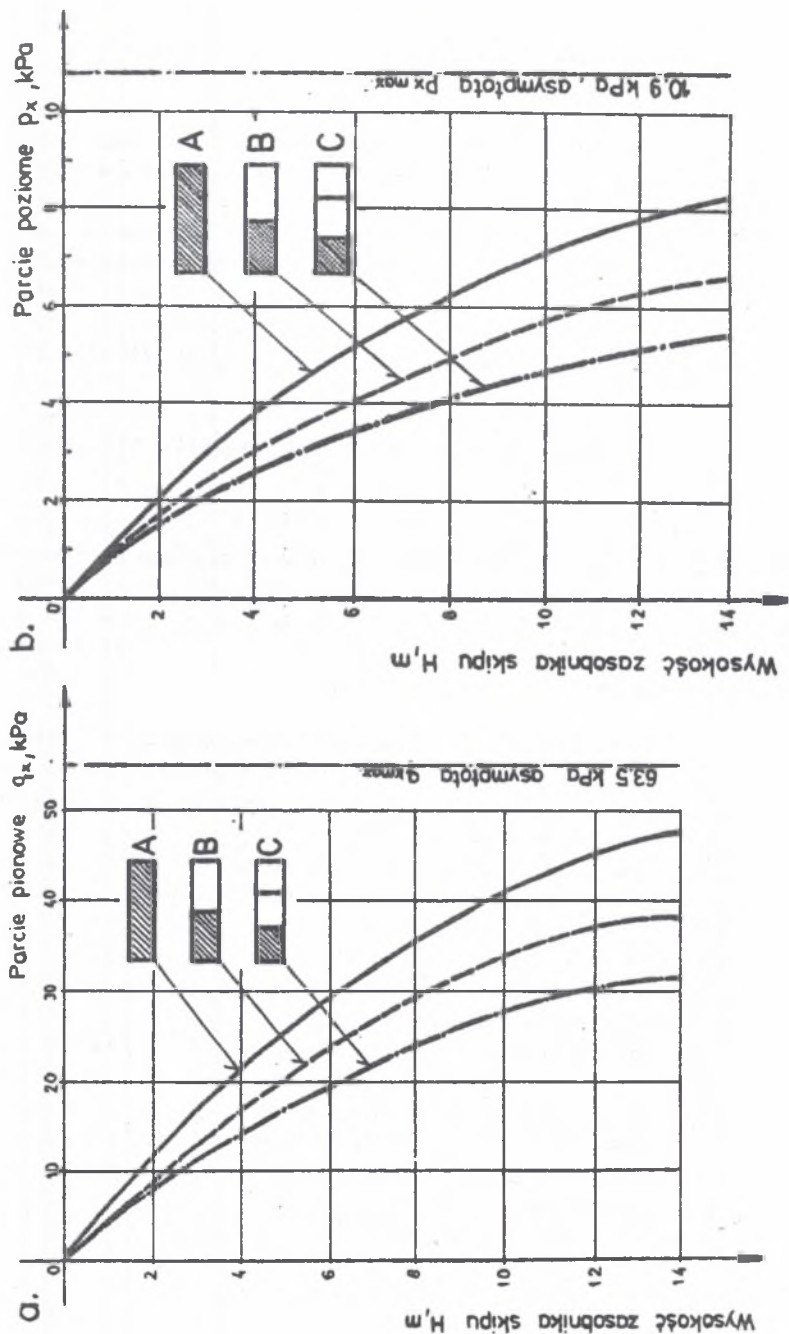
$$k_2 = \frac{e^n - 1}{e^n}, \quad n = \frac{M}{k_1 \cdot R}.$$



Rys. 4. Fazy wysypywania się węgla z modeli skipów jedno- i dwukomorowych z jednostronnie usytuowanym otworem wylotowym: a, b - modele skipów jednokomorowych z małym i dużym łukiem połączenia ściany tylnej z dnem, c, d i e - modele skipów dwukomorowych z przegrodą prostą oraz z przegrodami łukowymi, A - strefa aktywna, P - strefa pasywna, 1 - komora przednia, 2 - komora tylna.



Rys. 5. Schemat obliczeniowy rozkładu parcia materiału sypkiego w skipie dwukomorowym: a, b - wykresy rozkładu parcia poziomego  $p_x$  i pionowego  $q_x$  w funkcji głębokości skipu, 1, 2 - komory zasobnika skipu.



Rys. 6. Zależność wielkości parcia od wysokości zasobnika skipu konstrukcji A, B, C. A - skip jednokomorowy, B - skip dwukomorowy, C - skip trójkomorowy: a - parcie pionowe, b - parcie poziome.

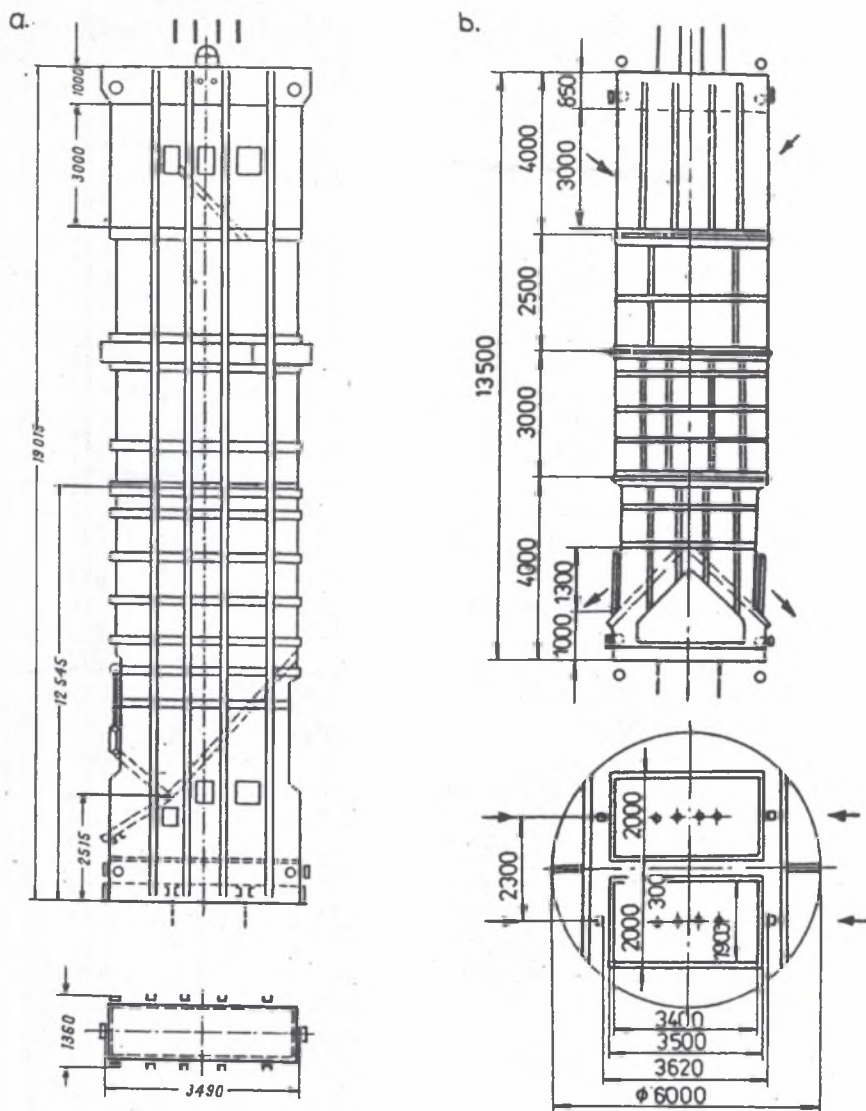
Wyniki obliczeń dla skipu o ładowności 30 Mg o zasobniku jedno-, dwu- oraz trzykomorowym i parametrach  $\gamma = 1,0 \text{ Mg/m}^3$ ,  $H = 13 \text{ m}$ ,  $F = 4,2 \text{ m}^2$ ,  $U = 9,4 \text{ m}$  długości obwodu wewnętrznego komory,  $\varphi_1 = 45^\circ$ ,  $\mu = 0,41$  przedstawiono wykreślnie na rys.6. Z wykresów na rys.6 wynika, że w skipie dwukomorowym z jedną przegrodą usytuowaną symetrycznie uzyskano około 20 % obniżenie wartości parcia pionowego i poziomego węgla naściany, w stosunku do skipu jednokomorowego bez przegrody. W przypadku skipów trzykomorowych z dwoma przegrodami wartości parcia są około 33 % niższe niż w skipach jednokomorowych. Na przedstawionych krzywych parcia węgla na ściany skipu nie uwzględniono zmniejszającego wpływu dna skipu lub kaskady. Z powyższego wynika, że stosowanie skipów dwu- i wielokomorowych jest korzystne nie tylko ze względu na mechanikę wypływu materiału sypkiego, ale również ze względów wytrzymałościowych z uwagi na mniejsze obciążenie ścian. Ze względu na to, że wartości parcia materiału sypkiego stanowią parametry wyjściowe do dalszych obliczeń pochyłego dna oraz zamknięcia skipu, uzyskuje się również mniejsze obciążenie tych elementów.

##### 5. ROZWÓJ KONSTRUKCJI SKIPÓW W KRAJU

W kraju od wielu lat zwracano uwagę na konieczność opracowania nowych konstrukcji skipów z uwzględnieniem optymalnego wykorzystania tarczy szybu, uzyskania kształtu skipu korzystniejszego pod względem wytrzymałościowym, a szczególnie opracowania skipów o zmniejszonej masie własnej, co jest niezwykle istotne w przypadku skipów o dużych ładownościach 20-40 Mg [1,3,4,6,11,13,17,18,19].

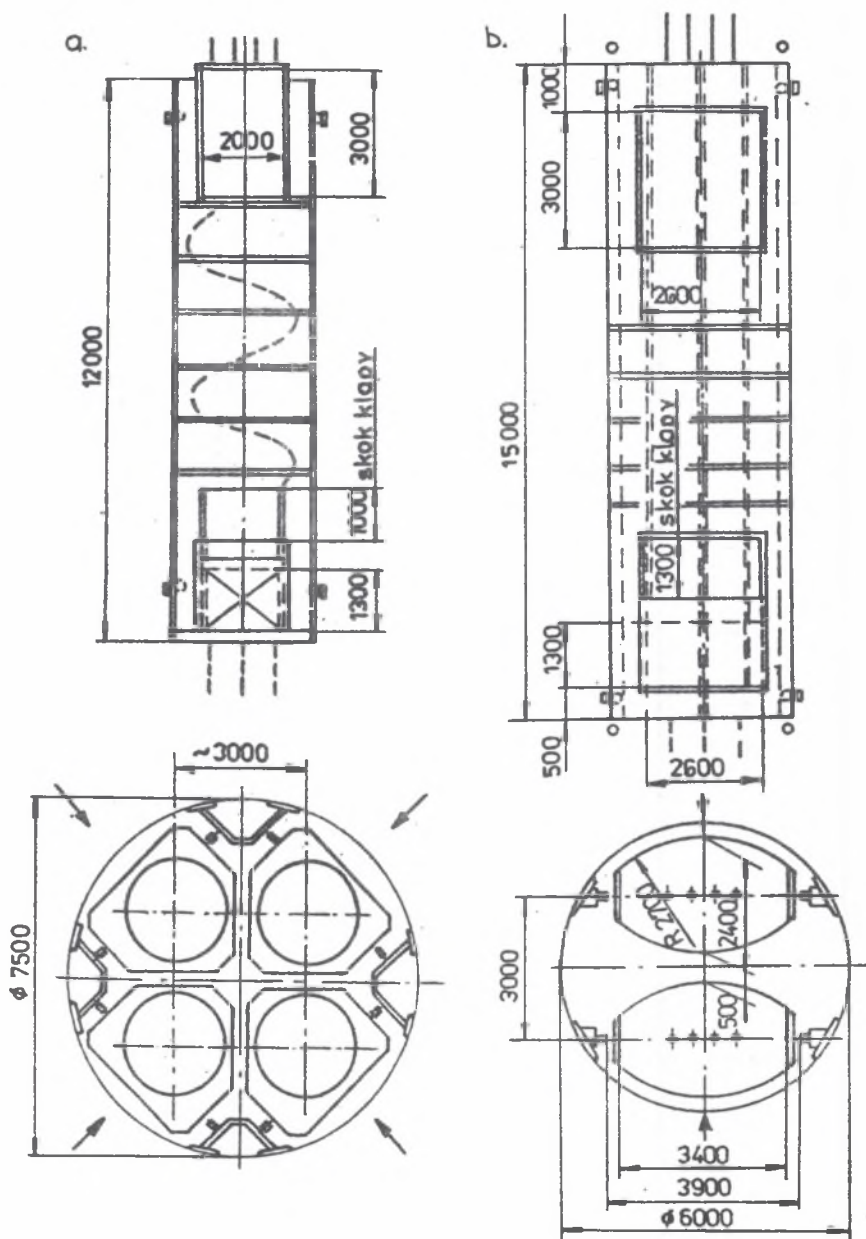
Masa własna naczynia liczona wraz z uwzględnieniem zawieszenia jest zależna od bardzo wielu czynników, głównie od ładowności, objętości i kształtu naczynia. Czynniki drugorzędne to: wyposażenie skipu (urządzenia przeciwkruszeniowe, rodzaj zamknięcia skipu, typ prowadnic), obciążenie liną wyrównawczą zależną od głębokości szybu, typ i masa zawieszek, rozwiązanie konstrukcyjne naczynia, zastosowane tworzywa na elementy nośne i przeciwścierne skipu.

Współczynnik masywności naczynia równy stosunkowi masy własnej  $G$  naczynia z zawieszonymi do jego ładowności  $Q$ ,  $C = \frac{G}{Q}$  zawiera się w przedziale od 0,6 do 1,5. Górne wartości wskaźnika masywności dotyczą wyciągów klatkowych i skipów o nieracjonalnych kształtach, małej ładowności z zawieszeniem jednopunktowym. Dolne wartości tego przedziału można uzyskać dla skipów o dużej ładowności przeznaczonych do transportu urobku o dużym ciężarze nasypowym (rudy metali). Dla skipów stosowanych w przemyśle węglowym realne jest uzyskiwanie mas własnych skipów o współczynniku masywności w granicach 0,8 do 1,0. Przy dużych objętościach naczyń wyciągowych, przeznaczonych dla określonego urobku, wartość współczynnika  $C$  kształtuje się korzystniej niż przy mniejszych objętościach, co wynika stąd, że objętość naczynia wzrasta z trzecią potęgą, gdy powierzchnia boczna z kwadratem wymiarów liniowych przy zachowaniu



Rys. 7. Konstrukcje skipu: a - typowego o ładowności 30 Mg, b - segmentowego.





Rys. 8. Konstrukcje skipu: a - o przekroju wieloboku, b - o przekroju soczewkowym.

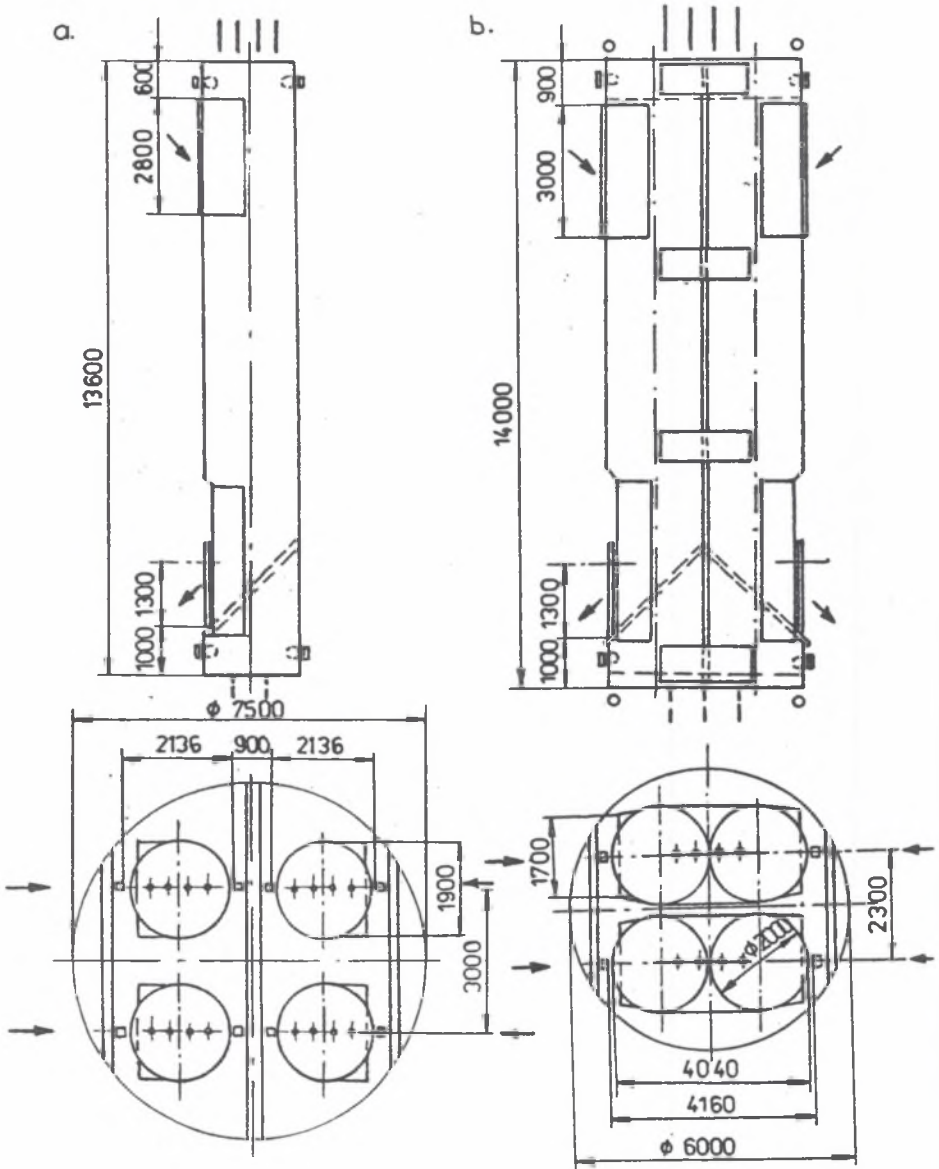
podobieństwa geometrycznego. Kształt naczyń związany jest nie tylko z przekrojem szybu, ale też z ogólnym rozplanowaniem tarczy szybowej, wieży i usytuowania wyciągów i urządzeń przyszybowych. Czynniki te mają istotny wpływ na konstrukcję naczyń i jego masę.

Przez optymalne rozwiązanie konstrukcyjne oraz stosowanie stali o podwyższonej wytrzymałości na naczyń, zawieszania i liny wyciągowe można uzyskać znaczne obniżenie masy martwej pozwalające na wzrost ładunku użytecznego naczyń.

Zastosowanie lin nośnych z drutów o podwyższonej wytrzymałości (1800 MPa) z wstępnym naciąganiem lin w celu stabilizacji ich własności sprężystych umożliwi wprowadzenie zawiesznień wielolinowych z wielopunktowym mocowaniem do naczyń wyciągowych.

Niektóre nowsze propozycje konstrukcji dużych skipów i ich klasyfikację przedstawiono w pracy [6]. Naczynia skipowe podzielono na dwie zasadnicze grupy: naczynia ramowe i naczynia powłokowe. W naczyniach ramowych wydzielono naczynia segmentowe o przekroju prostokątnym kubła i o przekroju wieloboku, natomiast naczynia powłokowe podzielono na naczynia o przekroju soczewkowym (eliptycznym) i o przekroju jednorurkowym i dwururkowym. Typowy skip o ładowności 30 Mg przedstawiono na rys.7a, natomiast skip segmentowy rys.7b. Charakteryzuje się on dwustronnym za- i wyładunkiem oraz przegrodą umieszczoną wewnątrz segmentów pojemnika. Cały skip składa się z prostokątnych segmentów odpowiednio usytuowanych i połączonych ze sobą. Skip prowadzony czołowo za pomocą prowadnic tocznych i ślizgowych po prowadnikach stalowych posiada zamknięcia gilotynowe otworu wysypowego. Skip o przekroju wieloboku (rys.8a) przewidziano do stosowania w szybach dwuprzędziałowych [4]. Charakteryzuje się on skośnym czterostronnym za- i wyładunkiem urobku ze skipów. Zastosowanie przekroju skipu w kształcie wieloboku o jednej osi symetrii z wlotem i wylotem usytuowanym na najdłuższym boku od strony ociosu szybu pozwoliło na uzyskanie otworów zasypowego i wysypowego o dużej szerokości. Wlot ma wymiary 2000 x 3000 mm oraz wylot o szerokości 2000 mm i wysokości 1300 mm zamknięty kłapą gilotynową. Wewnątrz skipu przewidziano możliwość zabudowy zsuwni śrubowej, podwieszanej do głowicy. Skipy prowadzone są bocznie za pomocą prowadników stalowych i prowadnic tocznych oraz ślizgowych. Zespoły prowadnic tocznych umieszczone są z boku otworów wlotowego i wylotowego, tak, że nie podwyższają wysokości skipu.

Skip powłokowy o przekroju soczewkowym (rys.8b) charakteryzuje się szerokim wlotem i wylotem usytuowanym na ścianie bocznej [6]. Naczyńie prowadzone jest czołowo za pomocą prowadników stalowych skrzynkowych i prowadnic tocznych oraz ślizgowych. Do zamknięcia kłapy gilotynowej o kształcie boku skipu przewidziano siłowniki hydrauliczne. Głowica i rama dolna skipu, wykonane w formie blachownic, połączone z pojemnikiem za pomocą ciągłych z płaskowników na wypukłych ścianach pojemnika oraz blachownicami usytuowanymi na czołach pojemnika.



Rys. 9. Konstrukcje skipu: a - rurowego, b - dwururowego.

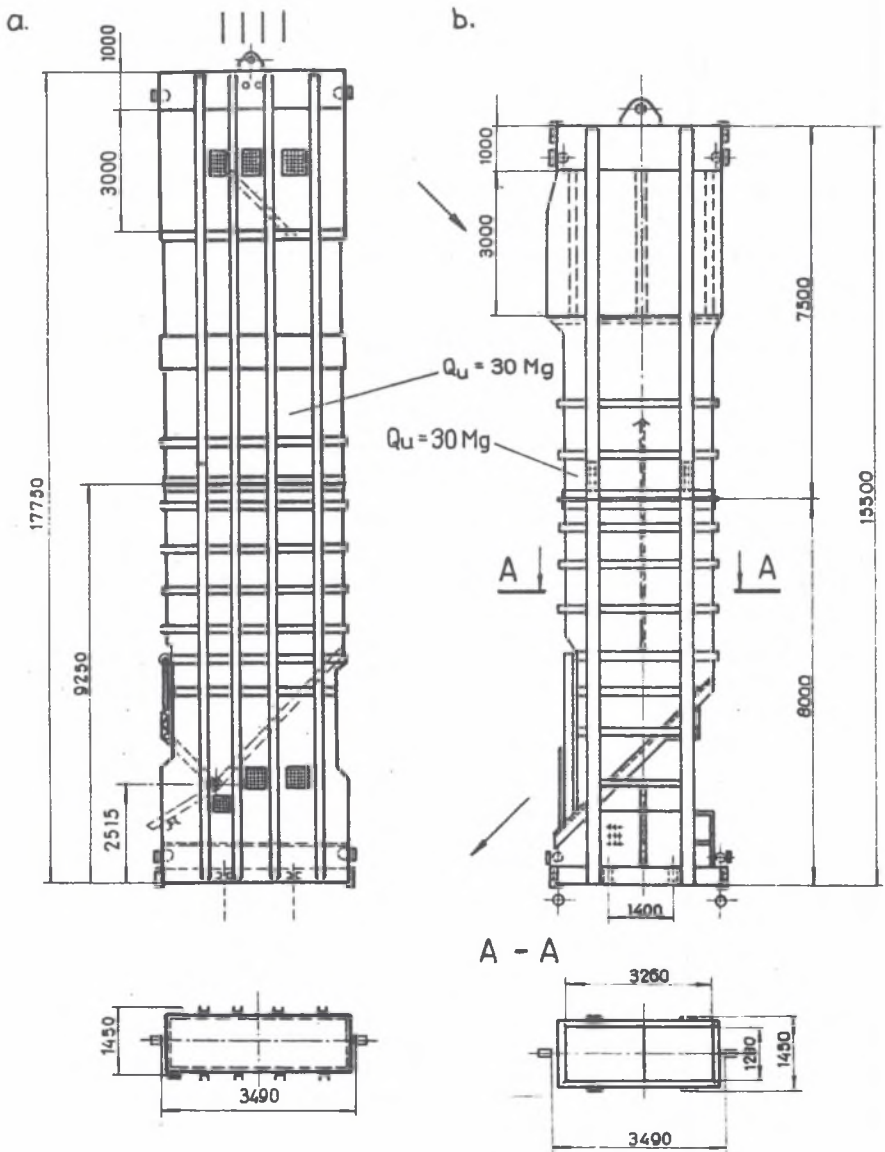
Skip rurowy (rys.9a) przewidziany jest do zastosowania w szybie dwuprzędziałowym [3,6]. Naczynie stanowi rura wielkośrednicowa z jednostronnym wlotem i wylotem, równym średnicy rury. Skip prowadzony jest czołowo po przewodnikach stalowych za pomocą przewodnic tocznych i ślizgowych. Zamknięcie skipu jest gilotynowe.

Skip dwururowy (rys.9b) stanowi odpowiednie połączenie dwu rur wielkośrednicowych. Konstrukcja ta eliminuje wady skipu rurowego i zapewnia symetrię obciążeń. Naczynie skipowe przewidziane jest do stosowania w szymbach jednoprzędziałowych z uwagi na duże wymiary przekroju poprzecznego oraz dwustronny za- i wyładunek. Każda z rur stanowi oddzielny pojemnik z wlotem i wylotem. Rury połączone są ze sobą na końcach, czyli na głowicy i ramie dolnej oraz w środkowej części pojemników. Skip prowadzony jest czołowo po przewodnikach stalowych za pomocą przewodnic tocznych i ślizgowych. Zamknięcia skipu są również gilotynowe. W przedstawionych rozwiązaniach skipów przewidziano wyłącznie zamknięcia gilotynowe z uwagi na korzyści w postaci dużej szerokości kłapy zamykającej (która w przypadku zamknięcia dźwigniowego z uwagi na wielkość dźwigni mogłaby być źródłem dużej awaryjności) i większego wykorzystania pojemności skipu.

#### 6. PROPOZYCJE ZMODERNIZOWANYCH I NOWYCH KONSTRUKCJI SKIPÓW O ŁADOWNOŚCI 30 i 40 Mg

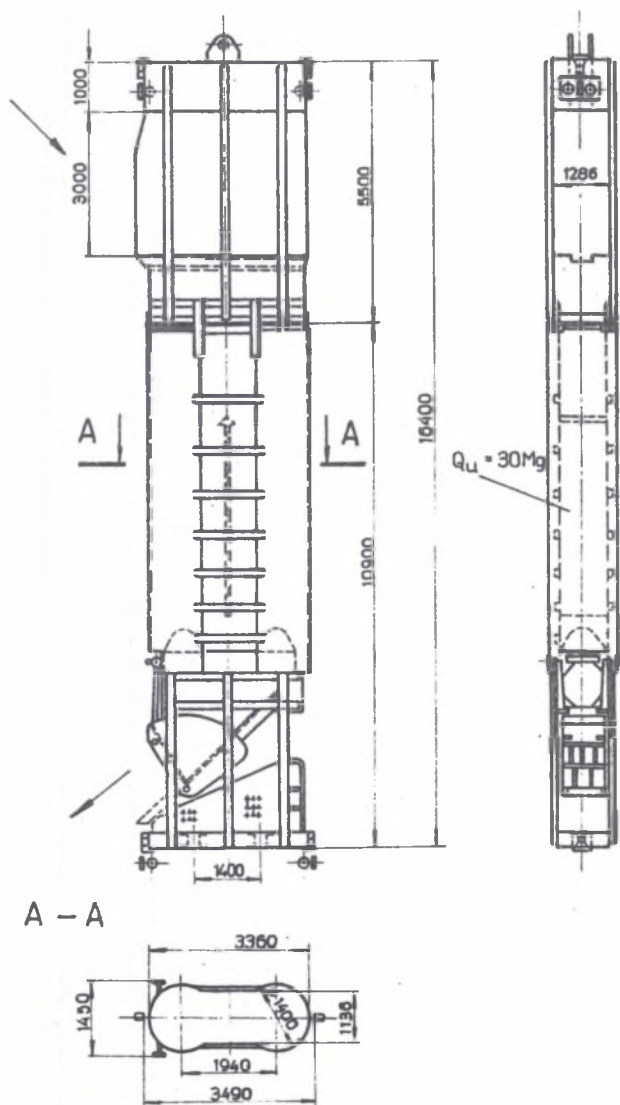
Z analizy dotychczasowych opracowań konstrukcji skipów wynika, że obniżenia masy skipów należy poszukiwać w rozwiązaniach o większej szerokości wewnętrznej pojemnika. W istniejących rozwiązaniach skipów większą szerokość pojemnika można uzyskać przez zmianę rodzaju zamknięcia kłapy z dźwigniowego na gilotynowe lub inne oraz przez zastosowanie przegrody w środku celem zmniejszenia profili ram usztywniających pojemnik. Można również zastosować samonośny pojemnik powłokowy na przykład w postaci dwu rur wielkośrednicowych. W przypadku pojemnika rurowego z uwagi na występujące średnice rur 1200, 1400, 1600, 1800 i 2000mm w istniejących wyciągach możliwa jest do zastosowania tylko rura o średnicy 1400 mm. W nowych rozwiązaniach skipów o ładownościach 30 Mg i większych proponuje się zwiększenie szerokości skipów co najmniej do 1600mm oraz stosowanie dwustronnego wyładunku z gilotynowym zamknięciem pojemnika.

Na rys.10 i 11 przedstawiono nowe rozwiązania skipów o ładowności 30 Mg i szerokości 1450 mm z jednostronnym za- i wyładunkiem. Przy czym dla rozwiązania przedstawionego na rys.10a została opracowana przez Biuro Studiów i Projektów Górniczych w Katowicach dokumentacja techniczna skipu celem wdrożenia go w KWK "Brzeszcze" w miejsce pracujących tam skipów o ładowności 25 Mg. Skip na rys.10a jest zmodernizowaną konstrukcją skipu 30 Mg przedstawionego na rys.7a. Na rys.12 przedstawiono koncepcję skipów o ładownościach 40 Mg i szerokości 1600 mm z dwustronnym za- i wyładunkiem. W skipach z pojemnikiem dwururowym (rys.11 i 12a) przewidziano

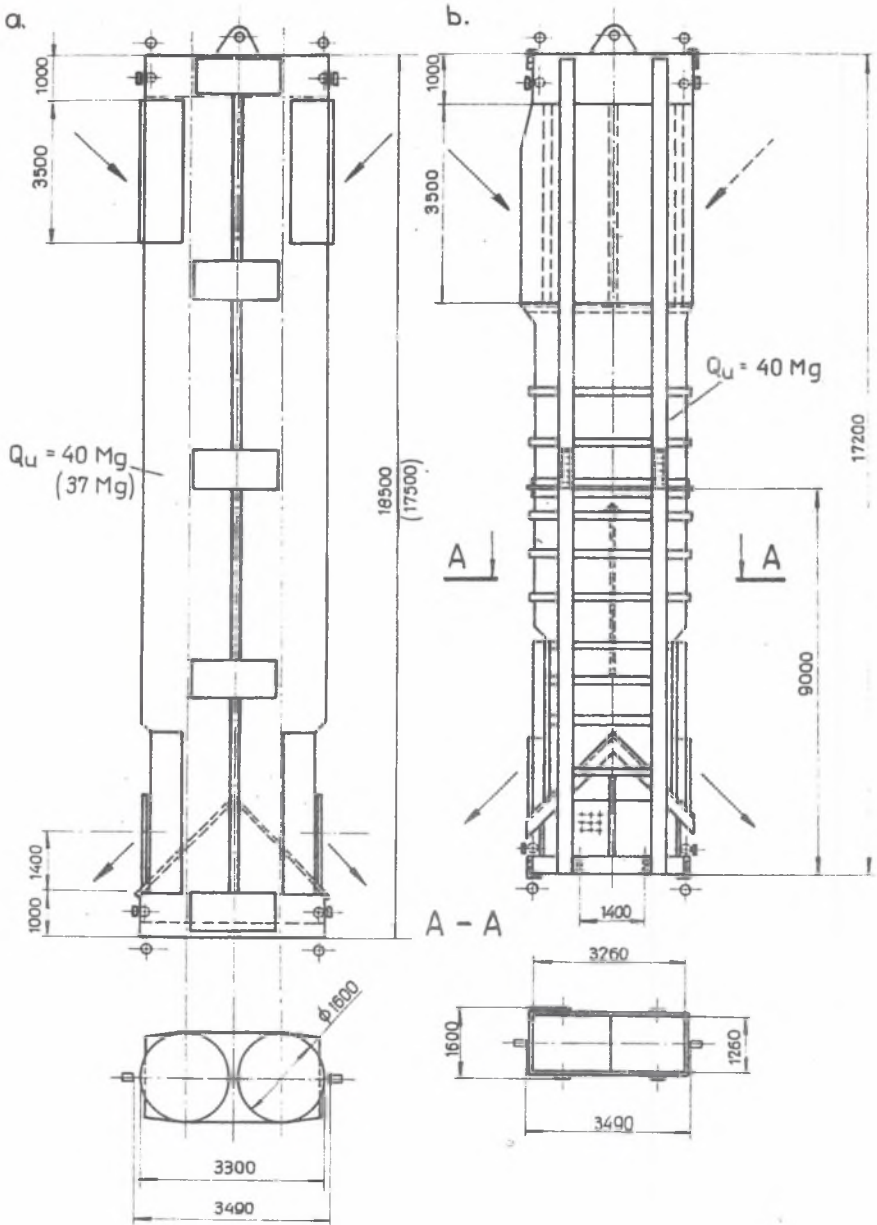


Rys. 10. Konstrukcje nowych skipów o ładowności 30 Mg: a - typowy zmodernizowany, b - nowy dwukomorowy.





Rys. 11. Konstrukcja nowego skipu o ładowności 30 Mg. Zasobnik skipu składa się z dwu rur i części łączącej, posiada przegrodę.



Rys. 12. Konstrukcje nowych skipów o ładowności 40 Mg: a - dwururowego, b - dwukomorowego o przekroju prostokątnym.

rury o grubości ścianki 10 mm, a w skipach z pojemnikiem o przekroju prostokątnym z przegrodą (rys. 9b i 11b) przewidziano blachę o grubości 6 mm oraz wykładzinę antyścierną z blachy o grubości 6 mm do wysokości około 2/3 wysokości pojemnika.

W tabelicy 1 przedstawiono parametry porównawcze rozwiązań skipów o zmniejszonej masie wraz z doбором lin wyciągowych i zawiesznień. Natomiast w tabelicy 2 przedstawiono parametry porównawcze naczyń skipowych i lin wyciągowych pracujących dużych urządzeń wyciągowych ze skipami o ładowności 25 do 30 Mg [15].

Po przeanalizowaniu wskaźników porównawczych z tabelic 1 i 2 wynika jednoznacznie, że zwiększenie powierzchni użytkowej pojemnika oraz zastosowanie dwustronnego wyładunku znacznie obniża wysokość i masę skipu, a tym samym pozwala na zmniejszenie średnicy lin wyciągowych. Pozwala to na zastosowanie maszyn wyciągowych 4L-4250 z silnikami o mocy 2x2900 kW (prędkość jazdy  $V = 17$  m/s), lub 2L-6000 z silnikami o mocy 2x2400 kW (prędkość jazdy  $V = 17,5$  m/s) w urządzeniach wyciągowych ze skipami o ładowności 30 Mg po odpowiednim przystosowaniu hamulców [16]. Natomiast maszynę wyciągową 4L-5000 z importowanymi silnikami o mocy 2x4080, 2x4150 lub 2x4600 kW (prędkość jazdy 16 - 18 m/s) można by zastosować w urządzeniu wyciągowym ze skipami o ładowności 40 Mg. Maszynę wyciągową 4L-5000 z krajowymi silnikami 2x3600 kW (prędkość jazdy  $V = 18,3$  m/s) można by zastosować w urządzeniu wyciągowym ze skipami o ładowności maksymalnej 37 Mg [16].

## 7. SKRÓCENIE CZASU POSTOJU SKIPU

Czynnikiem wpływającym na wzrost wydajności wyciągu skipowego jest również czas postoju skipów. Zasadniczy wpływ na czas postoju skipu ma czas jego załadunku na podszybiu [5,7]. Zmierzony średni czas postoju skipów przedstawionych w tabelicy 2 wynosił 17 - 34,5 s [15]. W przeliczeniu na 1 Mg urobku czas ten wynosił 0,7 - 1,15 s, przy czym dla skipów o ładowności 30 Mg wynosił 0,8 - 1,15 s/1 Mg. Z powyższego wynika, że pomierzony czas postoju jest większy od wartości zalecanej przez instrukcję a wynoszący 0,7 s/1 Mg, który należy przyjmować do obliczeń urządzenia wyciągowego. Należałoby więc przy projektowaniu przyjmować ten czas jako 0,9 s/1 Mg. Z przeprowadzonych badań wynika, że czas za- i wyładunku skipu zależy od:

- przekroju zbiorników odmiarowych i klap zamykających,
- dodatkowych zsuwni szczelinowych,
- średnicy skoku siłowników pneumatycznych, wielkości ciśnienia sprężonego powietrza w urządzeniach zamykających klapy zbiorników,
- usytuowania zaworów elektropneumatycznych w stosunku do siłowników i od średnicy przelotu zaworów wyżej wymienionych urządzeń,
- czasów zahamowania i odhamowania maszyny wyciągowej,
- niedostatecznej wydajności urządzeń odstawczych na nadszybiu i małej pojemności zbiorników wyładawczych,

Tablica 1

Parametry porównawcze nowych rozwiązań skipów z doborem lin dla  $H = 1000$  m

Wyszczególnienie	Jednostka	Ładowność skipu 30 Mg				Ładowność skipu 40 Mg		Ładowność 37 Mg
		Skip 2-rurowy		Skip z przegrodą Rys.9b	Skip 2-rurowy Rys.11a	Skip z przegrodą Rys.11b	Skip 2-rurowy Rys.11a	Skip 2-rurowy Rys.11a
		Rys.9a	Rys.10					
1. Wysokość skipu	h, m	17,75	16,4	15,5	18,5	17,2	17,5	
2. Max. szerokość skipu	S, mm	1450	1450	1450	1620	1600	1620	
3. Odległość między prowadnik.	L, mm	3490	3490	3490	3490	3490	3490	
4. Powierzchnia użytkowa pojemnika	F, m <sup>2</sup>	3,6	3,9	4,2	4,1	4,6	4,1	
5. Masa skipu bez zawiesi	G <sub>1</sub> , kg	23000	16950	18000	20500	23000	19500	
6. Masa skipu z zawieszami	G, kg	29245	21185	22075	26745	29720	25245	
7. Liczba lin nośnych/wyrów.	-	4/2	4/2	4/2	4/2	4/3	4/2	
8. Średnica lin noś. d/R, drutów	mm	50/1700	44/1800	46/1800	50/1800	52/1700	50/1800	
9. Wymiary lin wyrównawczych	mm	205x35	196x34	189x33	205x35	196x34	205x35	
10. Max. obciąż. stat. lin nośnych	Q, kN	1024,69	828,99	879,55	1099,69	1172,98	1059,69	
11. Stosunek G <sub>1</sub> /q (ładowność)	-	0,767	0,565	0,600	0,513	0,575	0,527	
12. Stosunek h/q	-	0,592	0,547	0,517	0,463	0,430	0,473	
13. Stosunek Q/q	-	3,42	2,76	2,93	2,75	2,93	2,86	

Tablica 2

Parametry porównawcze naczyn i lin urządzeń wyciągowych skipowych

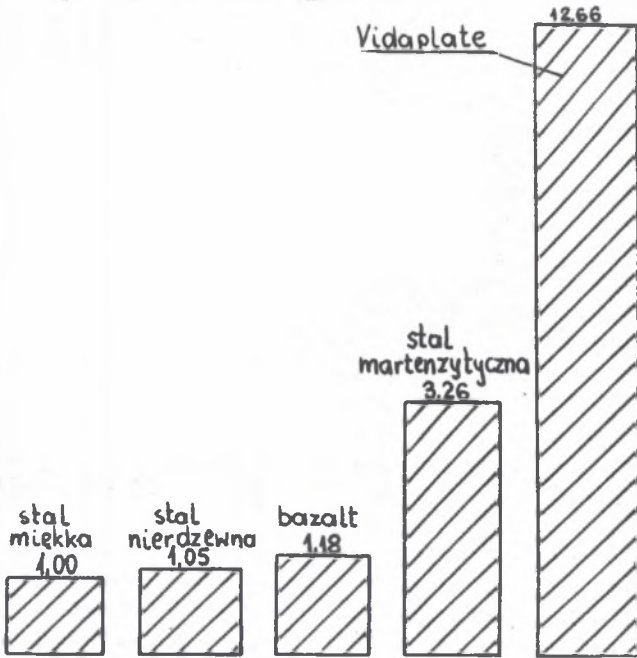
Wyszczególnienie	Kopalnia i szyb									
	Wesola # Karol	Zienowit # III	Szczygi # III	Piast # II	Czeczott # II	Halemba # Grunwald III	Makosz. # IV	Jankow. # VII	Brzeszcze # I Andrzej V	Prlic # I
Ładowność skipu	q	30	30	30	30	30	30	27	25	25
Max. głębokość ciągnięcia	H	733	688	707	552	1087	748	426	695	754
Prędkość jazdy	V	16	13	16	8	14	10	8	20	16
Liczba lin nośnych/wyrówn.	-	4/2	4/3	4/2	4/2	4/2	4/3	4/4	4/2	4/4
Masa skipu z zawieszami	G	31930	33422	33350	35840	37300	36322	34977	30340	33710
Masa skipu bez zawiesi	G <sub>1</sub>	25950	27502	26460	29920	30414	29320	27857	24340	26430
Odległość między prowadnik.	L	3490	3490	3450	3490	3528	3528	3490	3490	4100
Max. szerokość skipu	S	1390	1360	1712	1360	1450	1450	1360	1490	1400
Wysokość skipu	h	19,0	18,5	15,6	18,5	18,5	18,5	18,2	16,4	17,5
Powierzchnia użytk.pojemnika	F	3,44	3,44	4,51	3,44	4,20	4,20	3,44	3,60	4,19
Srednica lin nośnych d/R <sub>m</sub>	$\frac{d}{R_m}$	50/1600	50/1600	50/1700	50/1700	53/1700	53/1700	48/1600	50/1700	52/1600
Wymiary lin wyrównaw.	mm	213x36	205x35	203x33	205x35	213x36	196x34	205x35	205x35	205x35
Max.obciążenie stat.lin nośnych	Q	952	933	932	942	1163	1009	780	844	912
Stosunek G <sub>1</sub> /q	-	0,865	0,917	0,882	0,997	1,014	0,977	1,032	0,974	1,057
Stosunek h/q	-	0,633	0,617	0,520	0,617	0,617	0,617	0,674	0,656	0,700
Czas pracy wyciągu w ciągu doby	godz	18	18	18	18	3	21	18	16	18



- blokad (przed równoczesnym rozruchem) przy pracy w automatyce w przypadku dwóch urządzeń wyciągowych,
  - rodzaju urobku, jego wilgotności, ziarnistości itp.
- W celu skrócenia czasu postoju skipów należy:
- stosować większe przekroje zbiorników odmiarowych z odpowiednimi klapami zamykającymi,
  - do sterowania siłownikami pneumatycznymi mechanizmów klap stosować zawory elektropneumatyczne o przelocie co najmniej  $R 1''$ , przy tym zawory te należy umieszczać bezpośrednio przy siłownikach,
  - unikać stosowania zsuwni szczelinowych,
  - stosować odmienne jak dotychczas rozwiązanie uruchomienia maszyny wyciągowej; impuls do uruchomienia maszyny wyciągowej winien pochodzić od opróżnienia zbiornika odmiarowego (czujnik izotopowy), a nie od zamknięcia klapy zamykającej zbiornik odmiarowy,
  - przy projektowaniu układów sterowania maszyny wyciągowej przeanalizować skrócenia czasów zahamowania i odhamowania maszyny wyciągowej. Realizacja tych przedsięwzięć pozwoliłaby na obniżenie czasu postoju skipu do wartości  $0,6 - 0,7$  s/1 Mg urobku. Dalsze obniżenie czasu postoju do wartości  $0,5$  s/1 Mg jest możliwe przez wprowadzenie dwustronnego za- i wyładunku skipu.

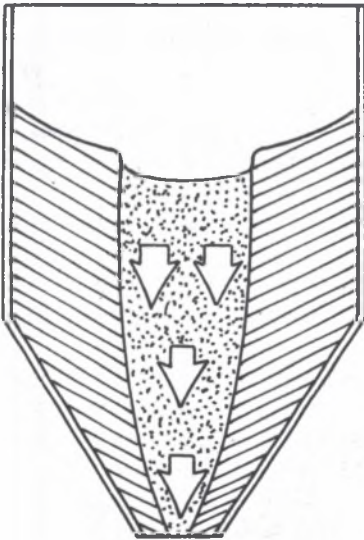
#### 8. WYKŁADZINY PRZECIWSCIERNE W SKIPACH

Z pracy [11] wynika, że bardzo istotnym elementem zasobnika skipu wpływającym na jego trwałość jest wykładzina przeciwścierna zakładana we wnętrzu skipu. W kraju jako wykładzinę przeciwścierną stosuje się zwykłą blachę o grubości 6 mm wykonaną ze stali St3S. Stosowanie blach stalowych tego typu jest nie najlepszym rozwiązaniem. Trwałość ich jest niezadowalająca i zwiększają one masę własną skipu. Za granicą od wielu lat zarówno w skipach, jak i zbiornikach stosowane są wykładziny przeciwścierne wykonane ze specjalnych blach lub tworzyw sztucznych. Wykładziny przeciwścierne oprócz dużej odporności na zużycie powinny cechować się również dużą odpornością na uderzenia. Angielska firma Vidaplate jako wykładziny przeciwścierne do skipów proponuje specjalne blachy walcowane i hartowane wykonane ze stali manganowej o twardości 500 HB [9]. Blachy te przy tej twardości wykazują dużą odporność na intensywne zużycie i uderzenia. Zdaniem firmy Vidaplate ten nowy materiał przeciwścierny wypełnia lukę pomiędzy blachami przeciwściernymi wykonanymi ze stali martenzytycznych, które cechują się niewielkim wzrostem odporności na ścieranie, a bardzo drogimi lecz znacznie trwalszymi płytami przeciwściernymi wykonanymi z węglików chromu. Na ściany boczne skipu firma proponuje stosowanie blach przeciwściernych typu Vidaskip 500 o grubości 4,8 mm, a na ścianę tylną i dno skipu nieco cięższe płyty Vidaskip platerowane węglikiem chromu z uwagi na większe uderzenia urobku w te ściany. Wykładziny przeciwścierne Vidaskip 500 można ciąć palnikiem gazowym lub plazmowym, a spawać za pomocą elektrod niskotemperatu-

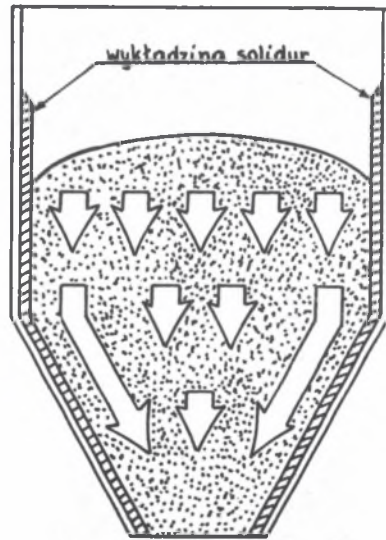


Rys. 13. Relatywna odporność na ścieranie wykładzin wykonanych z różnych materiałów.

a.



b.



Rys. 14. Wpływ materiału sypkiego ze zbiornika bez i z wykładziną:  
a - wypływ mieszany, b - wypływ ciągły (hydrauliczny)

wodorowych. Wykładziny Vidaskip 500 są trudno formowalne w zaokrągleniach skipu. Do tych miejsc stosuje się płyty platerowane węglikiem chromu, które mimo dużej odporności na ścieranie i uderzenia mogą być tłoczone lub walcowane. Przykładowo na rys.13 przedstawiono względną odporność na ścieranie wykładzin przeciwściernych przeznaczonych do zbiorników i skipów, przyjmując jako wielkość porównawczą 1 dla stali miękkiej. Z rys.13 wynika, że płyty przeciwścierne typu Vidaplate wykazują 12,66 raza większą odporność na ścieranie niż stal miękka. Inny rodzaj wykładzin do zbiorników i skipów proponuje niemiecka firma Pennekamp+Huesker KG, Solidur-Kunststoffwerk [14]. Wykładziny Solidur wykonywane są na bazie bardzo wysoko molekularnego tworzywa polyetyleny - RCH1000. Cechują się wysoką wytrzymałością na uderzenia, zrywanie, zginanie i wysoką odpornością na ścieranie. Wykładziny te wykonywane są w kilku typach w formie płyt o grubości 3 - 10 mm i 12 - 105 mm. Współczynnik tarcia wykładzin Solidur wynosi 0,08 - 0,24 w zależności od typu.

Stosowanie wykładzin Solidur ma jeszcze jedną wielką zaletę w mechanice materiałów sypkich. Wykładziny te bowiem przyczyniają się do tego, że tak zwany normalny wypływ materiału sypkiego ze zbiornika rys.14a zastąpiony zostaje przez hydrauliczny (ciągły) wypływ materiału ze zbiornika rys.14b, co istotnie przyczynia się do skrócenia czasu rozładunku zbiorników, skipów, a przez to skrócenia czasu postoju skipu.

## 9. ZAKOŃCZENIE

Wzrastająca głębokość wydobywania węgla przy jednoczesnym wzroście zanieczyszczenia urobku i dalszej koncentracji wydobywania wymaga projektowania urządzeń wyciągowych o dobowej zdolności wydobywczej rzędu 20000 Mg z głębokości około 1000 m.

Z propozycją przedstawionych w artykule wynika, że jest to realne. Można zaprojektować urządzenie wyciągowe z lekkimi skipami o ładowności 40 Mg przy zastosowaniu 4-linowej maszyny wyciągowej 4L-5000 z linami nośnymi o średnicy 50 - 52 mm z dwoma silnikami wolnobieżnymi prądu stałego o mocy 2x4150 kW lub 2x4600 kW.

Wyciąg poruszający się z prędkością 16 m/s lub 18 m/s z głębokości 1000 m mógłby osiągnąć wydajność 1200 - 1300 Mg/h przy dobowej zdolności w granicach 20000 Mg.

W istniejących urządzeniach wyciągowych przez zastąpienie pracujących skipów skipami o zmniejszonej masie i większej ładowności oraz przez zastosowanie lin wyciągowych o mniejszych średnicach można zwiększyć wydajność wyciągu w granicach 15 - 20 %. Bardzo korzystnymi konstrukcjami skipów są skipy z przegrodami zarówno z komorami zasobnika o przekroju prostokątnym lub okrągłym. Przez zastosowanie takich konstrukcji można osiągnąć współczynnik masywności naczyń  $c = 0,8 - 1,0$ . Zastosowanie nowych materiałów na wykładziny przeciwścierne w skipach na przykład ze stali specjalnych lub tworzyw sztucznych może znacznie po-

prawić parametry techniczne skipów poprzez obniżenie ich masy własnej, skrócenie czasu rozładunku skipów i zwiększenie ich trwałości. W celu zwiększenia wydajności wyciągów skipowych niezbędne jest również przeprowadzenie modernizacji załadowniczych urządzeń przyszybowych, jak i skrócenie czasów zar i odhamowania maszyny wyciągowej.

Występujące ostatnio trudności finansowe kopalń powinny przyczynić się do poszukiwań i stosowania przez kopalnie rozwiązań technicznych, które pozwoliłyby na obniżenie kosztów wydobywania. Niektóre propozycje modernizacji skipowych urządzeń wyciągowych, pozwalające na obniżenie kosztów transportu przez zmniejszenie zużycia energii elektrycznej i kosztów zakupu naczyń i lin wyciągowych związanych z ich mniejszymi masami, przedstawiono w niniejszym artykule.

#### LITERATURA

- [1] Antoniak J.: Kierunki rozwoju naczyń skipowych. II Konf.nauk.-techn. Kierunki rozwoju górniczych urządzeń wyciągowych. Zeszyt 1. Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej. Gliwice, październik 1972.
- [2] Antoniak J., Latka A.: Badania modelowe wpływu postaci konstrukcyjnej zasobnika skipu na charakter i natężenie wpływu. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo z.80. Gliwice 1977.
- [3] Błasiak T., Romatowski A., Szatko S.: Urządzenia wyciągowe skipowe o dużych udźwigach. II konf.nauk.-techn. Kierunki rozwoju górniczych urządzeń wyciągowych. Zeszyt 5 Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej. Gliwice, październik 1972.
- [4] Kawecki Z.: Dobór układu i kształtu skipów w szybie dwuprzędziowym. II konf.nauk.-techn. Kierunki rozwoju górniczych urządzeń wyciągowych. Zeszyt 2. Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej. Gliwice, październik 1972.
- [5] Klich A., Burnat B., Ptak J.: Zagadnienie czasów załadowania i wyładowania naczyń skipowych. Mechanizacja i automatyzacja górnictwa 1976 nr 7.
- [6] Klich A., Ptak J., Spendel N.: Rozwiązania skipów o dużych ładownościach. III konf.nauk.-techn. Kierunki rozwoju górniczych urządzeń wyciągowych. AGH Kraków, październik 1984.
- [7] Latka A., Czaja J., Carbogno A.: Aktualne problemy załadowywania skipów. II konf.nauk.-techn. Kierunki rozwoju górniczych urządzeń wyciągowych. Zeszyt 5. Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej. Gliwice, październik 1972.
- [8] Latka A.: Badania modelowe i przemysłowe wpływu, geometrycznych cech konstrukcyjnych skipów na natężenie wpływu masy węgla. Praca doktorska. Politechnika Śląska. Gliwice 1977.

- [10] Pod redakcją Nesterova P.F. Intensyfikacja šachtново podema. Izd.Naukova dumka. Kiev 1977.
- [11] Ptak J., Spendel N.: Problemy konstrukcji naczyń skipowych w świetle ich eksploatacji. Budownictwo-Węglowe, Projekty-Problemy. 1984 nr 7/8.
- [12] Reisner W., Eisenhart Rothe M.: Bins and Bunkers for Handling Bulk Materials. Practical Design and Techniques. Trans Tech Publications. Germany 1972.
- [13] Rozbrój K.: Układy urządzeń wyciągowych skipowych o dużym udźwigu. II konf.nauk.-techn. Kierunki rozwoju górniczych urządzeń wyciągowych. Zeszyt 2. Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej. Gliwice, październik 1972.
- [14] Solidur-Linings for the smooth and uninterrupted flow of bulk materials in bunkers, chutes, transport and storage bins. Firma Pennekamp+Huesker KG.Solidur-Kunststoffwerk. West-Germany 1990.
- [15] Spendel N.: Analiza pracy istniejących wyciągów i określenie stosowanych prędkości w stosunku do prędkości nominalnych i koncesyjnych. Badania ruchowe skipów 30 Mg. Opracowanie GBSiPG 1986. Nr proj.S 19486.
- [16] Spendel N.: Opracowanie lżejszego skipu o ładowności 30 Mg. Wariantowy projekt koncepcyjny skipu. Opracowanie GBSiPG 1987. Nr proj. S 20463.
- [17] Badura S., Bura L., Kawulok S., Kobylecki J., Zub J.: Urządzenie wyciągowe ze skipami o ładowności 50 Mg. II konf.nauk.-techn. Kierunki rozwoju górniczych urządzeń wyciągowych. Zeszyt 2. Instytut Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice 1972.
- [18] Zub J.: Zwiększenie wydajności skipowego urządzenia wyciągowego przez usprawnienie urządzeń załadowniczych i technologii ich pracy. Przegląd Górniczy 1972 Nr 11.
- [19] Zmysłowski T.: Warunki prawidłowego rozwoju techniki transportu szybowego. Mechanizacja i Automatyizacja Górnictwa, 1975 Nr 12.

Recenzent: Doc.dr inż. Tadeusz Zmysłowski

Wpłynęło do Redakcji w październiku 1991 r.



## MODERNIZATION OF HOISTS BY INCREASE IN THEIR OUTPUT

## S u m m a r y

Some selected problems on modernization of hoisting installations operating in Poland are presented in the paper. The rise in hoist output can be achieved through improvements in skip design. The data of skips being actually applied in Poland and suggestions of new design with smaller dead weight and shortened time of discharge are given here. New skips of big capacities (30 and 40 Mg) designed in BSIPG - Katowice have been based on the model and field tests of skips used in the country to date.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ В ОБЛАСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

## Р е з ю м е

В работе представлены некоторые избранные проблемы, связанные с модернизацией до сих пор эксплуатируемых польских подъемных устройств. Роста эффективности подъемных устройств можно достичь также путем изменения конструкции скиповых сосудов рудничного подъема. Представлена характеристика эксплуатируемых до сих пор в Польше конструкций скипов и предложены новые их конструкции с уменьшенным собственным весом и укороченным временем разгрузки. Новые конструкции скипов с большой грузоподъемностью 30 и 40 Мг предназначены для конкретных шахт и разработаны в BSIPG в Катовицах, на основе произведенных модельных и эксплуатационных исследований существующих в Польше скипов.