

Problematyka górniczego wyciągu szybowego szybu 2.1 zakładu górniczego LW „Bogdanka” SA

Alfred Carbogno, Michał Stawowiak, Tomasz Jasiński

1. Wstęp

W zakładzie górniczym Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA eksploatowane są jedne z najgłębszych szybów w kraju, których głębokość dochodzi do 1098 m. W szybie 1.3 eksploatowany jest górniczy wyciąg szybowy z maszyną wyciągową czterolinową, usytuowaną na zrębie szybu o udźwigu użytecznym skipów początkowo 30 Mg, a od sierpnia 1997 r. o udźwigu 35 Mg. W październiku 2011 r. uruchomiono wyciąg w szybie 2.1 ze skippami o ładowności 40 Mg. Przy liczbie 700 przejazdów skipu na dobę wydajność wyciągu wynosi 28 000 Mg/dobę. Jest to wyciąg o największej ładowności skipów w górnictwie węgla kamiennego w kraju, jak i w Europie. W krajowych kopalniach węgla kamiennego stosuje się szeregowy (jednorzędowy) układ naczyń wyciągowych (rysunek 1 a), a w kopalniach rud szachownicowy (dwurzędowy) (rysunek 1 b). Szeregowy układ naczyń wyciągowych w szybie wymusza stosowanie skipów wąskich, długich, co

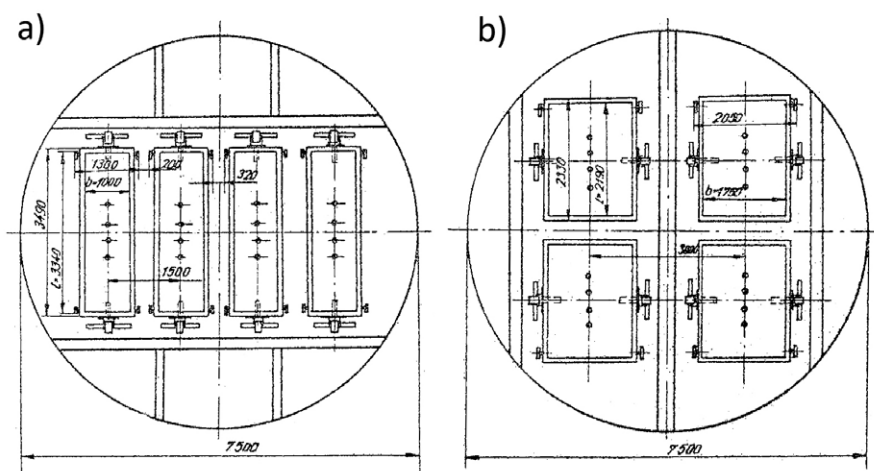
powoduje wzrost ich wysokości ze wzrostem ładowności skipów.

Wzrost wysokości skipów przyczynia się do wzrostu ich masy własnej, wynikającej z ich ładowności przy spełnieniu odpowiedniej ich wytrzymałości (wzrasta niekorzystnie tzw. współczynnik masywności skipów $k = Q_w/Q_u$, gdzie Q_w – masa własna skipu, Q_u – masa użyteczna skipu). Wzrost wysokości skipów przy dużej ich ładowności wynika również z małej masy usypowej urobku (węgla) $\gamma = 0,8 \div 1,0 \text{ Mg/m}^3$. W przypadku wydobywania rud, soli potasowej itd., których masa usypowa jest znacznie większa niż węgla kamiennego, w szybach skipy są ułożone szachownicowo (rysunek 1 b), nie ma problemów ze wzrostem wymiarów poprzecznych i wysokości skipów. Przykładowo na rysunku 2 przedstawiono skipy o dużej ładowności w kopalniach węgla i soli potasowej.

Zastosowanie w krajowych kopalniach węgla kamiennego skipów o ładowności

Streszczenie: w referacie przedstawiono krajowy górniczy wyciąg szybowy kopalni węgla kamiennego, w którym zastosowano skipy o największej ładowności 40 Mg zarówno w kraju, jak i Europie. Podano charakterystykę szybu i górniczego wyciągu szybowego szybu 2.1 zakładu górniczego Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA. Szerzej przedstawiono konstrukcję skipów, ich elementów składowych oraz zastosowane materiały wraz z opisami zbiorników odmiarowych i wyladowczych skipów. Przedstawiono konstrukcje zastosowanych lin nośnych i wyrównawczych oraz ich zawieszzeń.

Abstract: the paper presents a national mining shaft lift for coal mines, in which skips with the highest capacity of 40 Mg were used, both in Poland and in Europe. Characteristics of shaft and mining shaft hoist of shaft 2.1 of the mining plant Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA. The structure of skips, their components and the materials used, together with descriptions of used load-bearing and compensating ropes as well as their suspensions are presented.

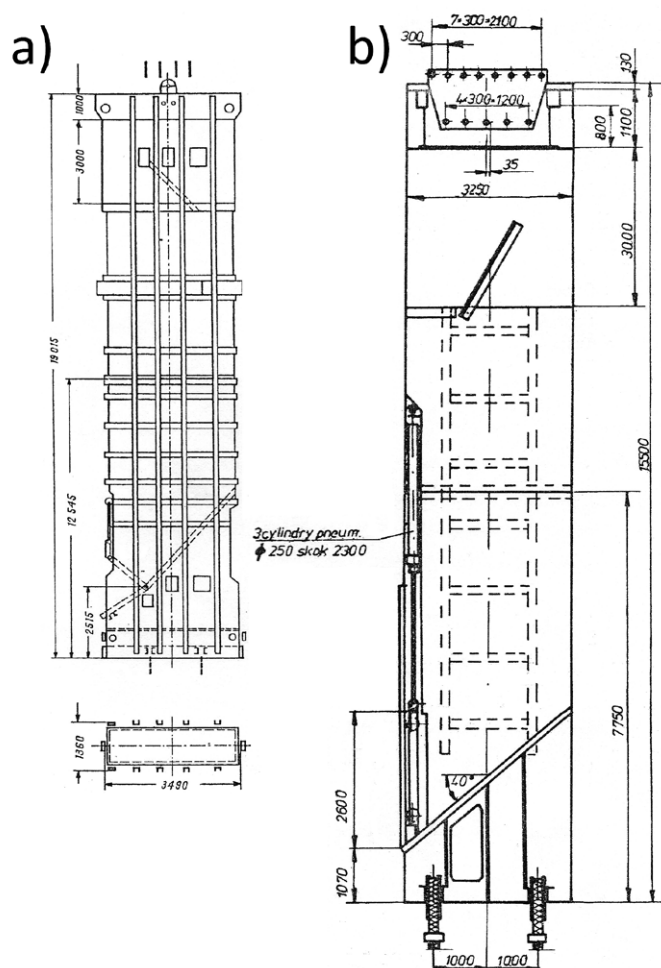


Rys. 1. Typowe przekroje poprzeczne szybów dwuprzędziowych stosowanych w kraju: a - w kopalniach węgla kamiennego, układ szeregowy; b - w kopalniach rud miedzi, układ szachownicowy [7]

50 Mg było już analizowane w latach 70. ubiegłego wieku. Propozycję konstrukcji skipu przedstawiono na rysunku 3 [3].

W kraju zagadnieniem zmniejszania masy własnej skipów ze wzrostem ich ładowności do 30, 35, 40 Mg zajmowało

reklama



Rys. 2. Konstrukcje skipów o różnej ładowności: a – 30 Mg, kopalnia węgla; b – 50 Mg, kopalnia soli potasowej Zielitz (Niemcy) [3]

się między innymi BSiPG Katowice, a następnie firma PRUT [4, 8, 9]. Na podstawie założeń dla górniczego wyciągu szybowego, szybu 2.1 jednoprzędziowego, wydobywczego, skipowego firma PRUT Katowice zaprojektowała skipy o ładowności 40 Mg [10]. Należy zaznaczyć, że mniej problemów jest przy projektowaniu skipów o dużej ładowności dla szypów jednoprzędziowych.

Przy projektowaniu skipów, a szczególnie o dużej ładowności, bardzo istotne jest uwzględnienie ich trwałości oraz zapewnienie odpowiednich czasów ich załadunku i wyładunku [5, 6].

2. Charakterystyka górniczego wyciągu szybowego – szyp i wieża wyciągowa

Szyb 2.1 jest szypem jednoprzędziowym z dwoma naczyniami wyciągowymi – skipami. Przeznaczony jest

do ciągnięcia urobku, rewizji, kontroli i napraw urządzeń szybowych ze stopy skipu, pomostu lub głowicy skipu oraz jazdy brygad szybowych. Transport urobku odbywa się z poziomu załadunkowego 1040 (–1039,5 m) na poziom wyładunkowy (+16,8 m). Szyb jest pionowy z powierzchni, wydechowcy, jednoprzędziowy o przekroju $\varnothing 7,5$ m. Obudowa szybu jest betonowa z wyjątkiem odcinka od poz. –563,0 do poz. –783,3 m, gdzie zastosowano tubingi. Naczynia wyciągowe skipowe prowadzone są dwustronnie, czołowo za pomocą przewodników stalowych wykonanych z kształtowników zamkniętych prostokątnych $180 \times 260 \times 12$ o długości 9 m, mocowanych do dźwigarów głównych stalowych, również wykonanych z kształtowników zamkniętych prostokątnych $200 \times 200 \times 12$. Odległość między dźwigarami 4,5 m. Przewodniki

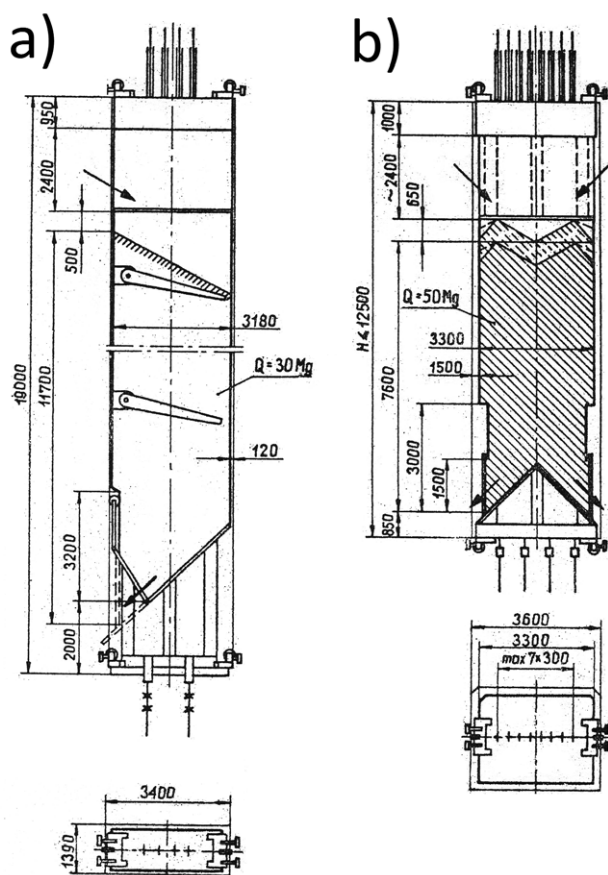
i dźwigary główne obliczone na maksymalne obciążenie ruchowe 7709,2 kN (przy przyjęciu masy skipu z zawieszonymi i urobkiem 72,3 Mg) [1, 7].

Wolna droga przejazdu zarówno po stronie nadsiębiernej, jak i podsiebiernej, znajduje się poniżej skrajnego technologicznego położenia naczyń i wynosi 15 m. Na wolnej drodze przejazdu zabudowane są dwa prowadniki zgrubione czołowe na przedłużeniu ciągów przewodniczych, poszerzające się na długości 1,5 m, po 62 mm z każdej strony, licząc od początku hamowania. Hamowanie zaczyna się 2,0 m poniżej najniższego położenia naczynia i trwa na długości 13 m. Końce przewodników zgrubionych oparte o dźwigary oporowe: dwuteowniki 500 mm.

Poniżej poziomu załadunkowego 1040 znajduje się rzapie szybu ze zbiornikiem przepadu. Dno szybu znajduje się 57,74 poniżej poziomu załadunku (–1097,74 m) [1].

Wieżę wyciągową zastrzałową o wysokości 74 m wykonano ze stali 18G2 i wybudowano w 2011 r. Wykonawcą projektu było GBPBP „PROJPRZEM” SA Gliwice, a budowę wieży wykonało konsorcjum firm: „PMUG” SA Katowice oraz „BUDUS” SA Katowice. Wieżę obliczono dla maksymalnego obciążenia ruchowego lin nośnych 1250 kN oraz dla obciążenia awaryjnego 7800 kN.

Wolna droga przejazdu w wieży, zarówno po stronie nadsiębiernej, jak i podsiebiernej, powyżej skrajnego technologicznego położenia naczyń wyciągowych wynosi 14 m. Na wolnej drodze przejazdu zabudowane jest 5 par zgrubionych przewodników drewnianych na długości 12 m, jedna para na przedłużeniu ciągu przewodników szybowych, pozostałe 4 pary po bokach naczyń wyciągowych. Przewodniki zgrubione, czołowe poszerzają się na długości 1,5 m po 62 mm z każdej strony. Zgrubienie zaczyna się 2,0 m powyżej najwyższego położenia technologicznego naczynia wyciągowego. Przewodniki zgrubione boczne poszerzają się na długości 1,5 m po 50 mm z każdej strony, licząc od początku drogi hamowania. Hamowanie na bocznych przewodnikach odbywa się za pośrednictwem ruchomej ramy zawieszanej w trzonie wieży w odległości 2 m od głowicy skipu w jego krańcowym



Rys. 3. Konstrukcje szypów o ładowności: a - 30 Mg; b - 50 Mg [3]

położeniu [1, 7]. Przekrój podłużny szybu przedstawiono na rysunku 4, a przekrój poprzeczny na rysunku 5.

3. Maszyna wyciągowa typu 4L-5000/2×3600

Usytuowanie maszyny wyciągowej jest obok szybu na powierzchni. Wytwórca części mechanicznej: „ZAMET” Tarnowskie Góry, a części elektrycznej: MWM ELEKTRO Sp. z o.o. Trzebinia, rok budowy 2010 [1].

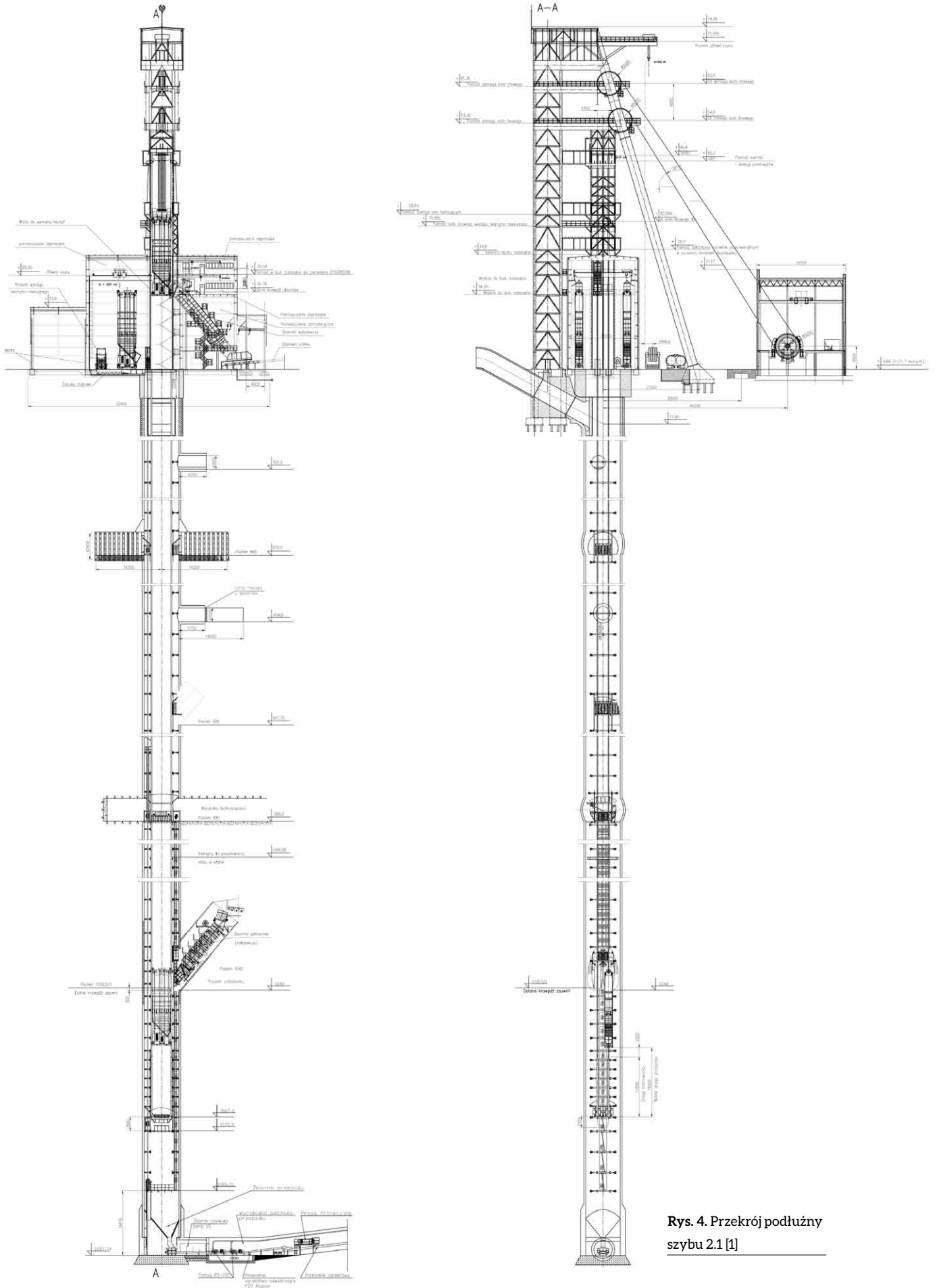
Sterowanie maszyny wyciągowej – automatyczne, ręczne, zdalne uruchamianie, maksymalna prędkość jazdy przy:

- ciągnięciu urobku – 18,0 m/s;
- awaryjnym opuszczaniu urobku – 6,0 m/s;
- jeździe z pustymi naczyniami – 10,0 m/s.

Urządzenia hamulcowe – hamulec tarczowy:

- hydrauliczny zespół sterowniczo-zasilający typu H-C MWM-4/VER.II;
- elementy wykonawcze hamulca: 18 par siłowników typu BSFG 408-A00-02-00-S odwodzonych hydraulicznie.

Maszyna wyciągowa zbudowana została dla maksymalnej siły statycznej w czterech linach nośnych 1240 kN, maksymalnej różnicy naciągów statycznych w linach 440 kN, maksymalnej prędkości jazdy – 18,0 m/s [1].



**Rys. 4. Przekrój podłużny
szybu 2.1 [1]**

4. Naczynia wyciągowe skipowe

Naczynia wyciągowe skipowe zostały zaprojektowane przez firmę „PRUT” Katowice, a wyprodukowane przez „ZAMET – INDUSTRY” SA Piotrków Trybunalski przedstawiono na rysunku 6 [10, 11].

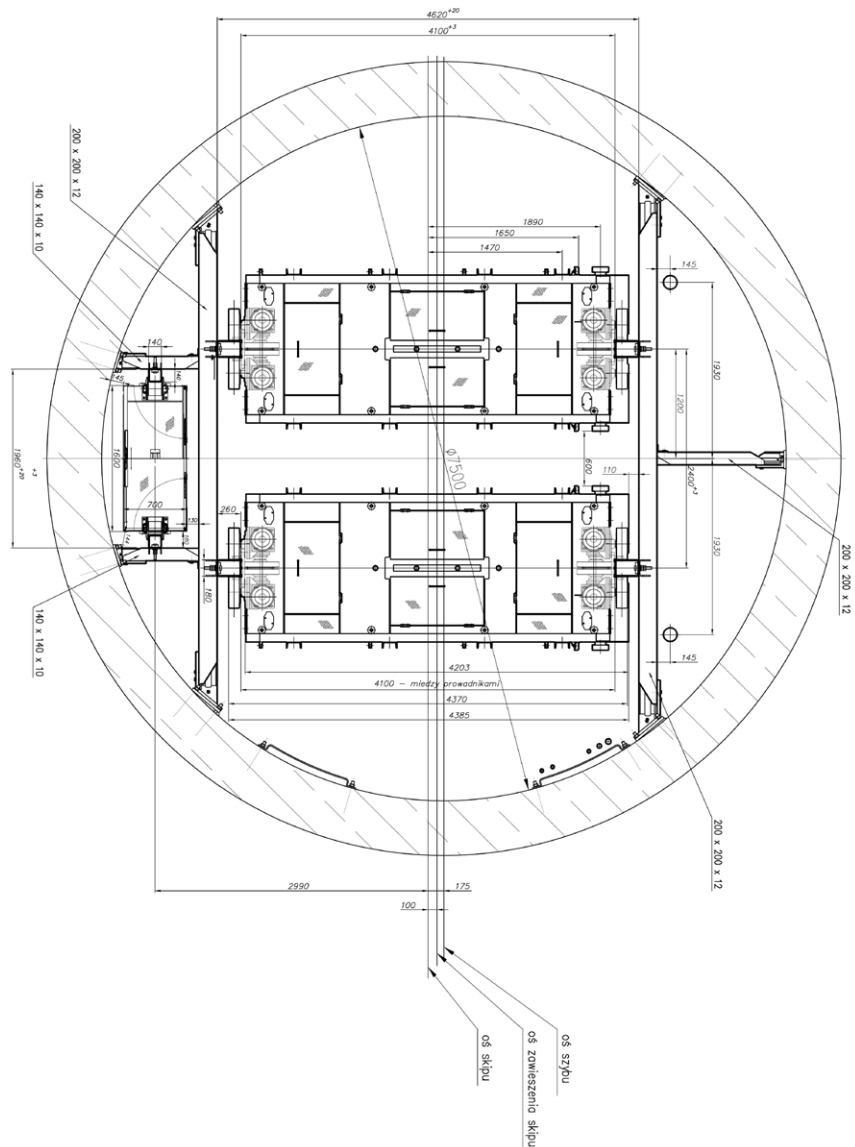
Skip posiada wielopunktowe mocowanie czterech lin nośnych do głowicy. Zawieszenie dla czterech lin wyrównawczych jest o rozstawie 700 mm. Kłapa zamknięcia skipu posiada mechanizm dźwignicowy, otwierany w krzywkach wieży. Za- i wyładunek urobku przebiega w układzie „C”. Prowadzenie czołowe skipu jest po prowadnikach stalowych skrzynkowych o szerokości 180 mm. Charakterystyka techniczna skipu:

- maksymalna ładowność skipu: 40 Mg;
- nośność wysuwanego pomostu w czło- nie zasypowym: 40 kN;
- maksymalny ciężar liny wyrównawczej z zawieszeniem: 112,5 kN;
- maksymalne obciążenie statyczne skipu: 1105 kN;
- masa skipu bez zawieszń i barierki z daszkiem ochronnym: 25 619 kg;
- współczynnik masywności skipu $k = 0,64$;
- liczba lin nośnych: 4 szt.;
- maksymalna siła zrywająca liny nośne: 7400 kN;
- liczba lin wyrównawczych: 4 szt.;
- maksymalna siła zrywająca linę wyrównawczą: 1457 kN;
- siła hamowania w prowadnikach zgrubionych wieży: 2320 kN;
- siła hamowania w prowadnikach zgrubionych rzepia: 320 kN;
- rozstaw podchwytów wieży: 1300 mm;
- rozstaw belek odbojowych w wieży: 2460 mm.

Wymiary gabarytowe skipu:

- maksymalna długość: 4370 mm;
- maksymalna szerokość: 1800 mm;
- maksymalna wysokość skipu: 16 400 mm.

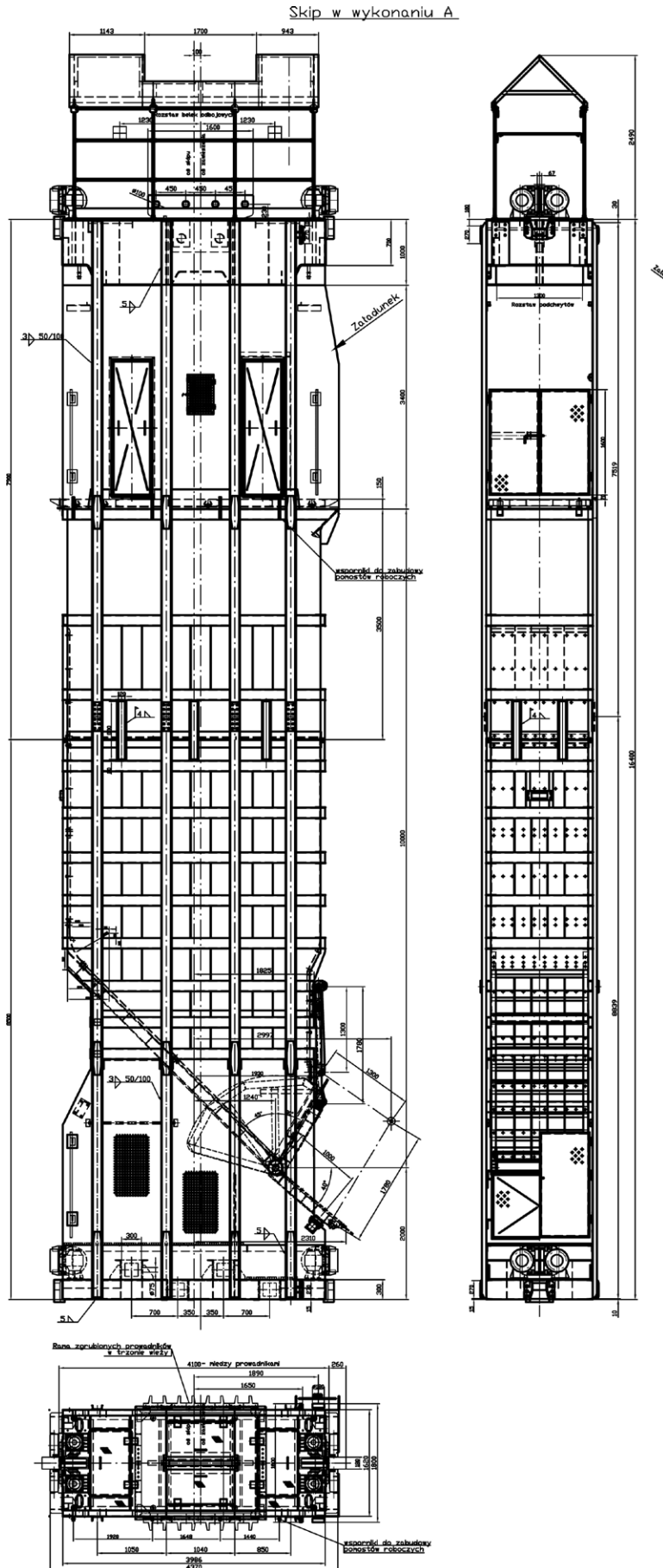
Skipy nie posiadają elementów przeciwruszeniowych w swoim zasobniku. Do usuwania przyklejonego do ścian zasobnika skipu urobku przewidziano pulsatory pneumatyczne, działające zewnętrznie. Jak do tej pory nie zaistniała potrzeba ich użycia, ponieważ nie występowały przypadki klejenia się urobku do ścian pojemnika.



Rys. 5. Przekrój poprzeczny szybu 2.1 [1]

reklama

reklama



Rys. 6. Konstrukcja skipu o ładowności 40 Mg [10]

Skip posiada konstrukcję spawaną, wykonaną z blach i profili walcowanych ze stali o podwyższonej wytrzymałości $R_e = 460 \text{ MPa}$, w gatunku S460NL. Dzielona jest ona na dwie części połączone śrubami pasowanymi na ciągłych nośnych oraz śrubami po obwodzie dzielonego pojemnika. Skip przystosowany jest do wielopunktowego mocowania czterech lin nośnych oraz do zawieszenia czterech lin wyrównawczych. Oś zawieszania lin wyciągowych jest przesunięta względem osi symetrii skipu o 100 mm w kierunku klapy rozładowniczej. Skip prowadzony jest czołowo po stalowych prowadnikach o szerokości 180 mm za pomocą prowadnic tocznych typu PHH3, zabudowanych na głowicy oraz na ramie dolnej.

Do zabezpieczenia prowadzenia oraz awaryjnego hamowania w zgrubionych prowadnikach wieży i rzepiu przewidziano prowadnice ślizgowe ZS-5-120 wg normy PN-G 46230:1996.

W przerwach prowadników, na stacjach za- i wyładowniczej skip prowadzony jest za pomocą ślizgów narożnych w prowadnikach kątowych. Za- i wyładunek pojemnika skipu jest jednostronny w układzie „C”.

Głowica skipu jest całkowicie spawana, przystosowana do wielopunktowego mocowania czterech lin nośnych za pomocą blachy łącznikowej z tulejowanymi otworami dla sworzni o średnicy $\varnothing 100 \text{ mm}$, normowych łączników krzyżowych wielkości 5 oraz do współpracy z parą czołowych prowadników zgrubionych i ramą dla czterech par zgrubionych prowadników usytuowanych wzdłuż bocznych ścian skipu w wieży. Głowica przystosowana jest do podbudowy skipu na zasuwach zębowych oraz do podnoszenia i opuszczania skipu za pomocą hydraulicznego urządzenia do przemieszczania dużych mas (typu Bygging) poprzez podwieszane do czoła belki pod głowicą. Belki te mogą być wykorzystywane przy podbudowie skipu na przełożonych pod głowicą belkach i osadzonych na dźwigarach krzesła szybowego na poz. 990 m. Na głowicę na czas rewizji szybu zakładane są bariery z daszkiem ochronnym. Głowica nie posiada zaczepów do podchwytów w wieży (spadek bezpośrednio na belki czołowe głowicy). Do belek czołowych

przykręcono normowe prowadnice ślizgowe skrajne. Na głowicy zamontowano prowadnice toczne. W pokryciu głowicy przewidziano dwie klapy.

Człon zasypowy wyposażony jest w lekki wysuwany na krążkach pomost o nośności 40 kN, zakładany na czas prowadzenia prac konserwacyjnych obmurza szybu. Wprowadzony do członu zasypowego pomost jest ustalany na zderzakach toru jezdnego na górnej ramie pojemnika i ryglowany sworzniami w blachach ścian bocznych i na górnej czołowej ramie pojemnika. Ściany boczne wykonano z blachy HARDOX 500 o grubości 4 mm. Do prowadzenia prac konserwacyjnych obmurza szybu przewidziano uchylne pomosty robocze, mocowane przegubowo do wsporników przyspawanych do ceownika górnej ramy pojemnika z wejściem (po zdemontowaniu włazu) na opuszczony pomost roboczy z piętra w członie zasypowym pod głowicą. Pomosty mocowane są po zachodniej stronie skipu zachodniego (wykonanie A) i wschodniej stronie skipu wschodniego (wykonanie B). Nad pomostem przewidziano mocowanie na wspornikach ściany członu zasypowego uchylnych daszków ochronnych podpartych w stanie podniesionym rozporami do ścian członu zasypowego. Pomost i daszek uchylny na czas jazdy szybem są ryglowane ze ścianą członu zasypowego.

Pojemnik skipu wykonany jest z blach i ram opasających z ceownika UPE 160 mm ze stali o podwyższonej wytrzymałości, w gatunku S 460 NL. Ściany górnej części pojemnika oraz blachy wykładzinowe w dolnej części pojemnika przewidziano z trudno ścieralnej blachy o gatunku HARDOX 500 o grubości 8 i 6 mm. Do ścian bocznych pojemnika blachy wykładzinowe są spawane. Tylna ściana pojemnika, na którą uderza struga urobku podczas załadunku, oraz czołowe ściany w dolnej części i dno pojemnika posiadają wymienne blachy ścierne o grubości: 6 mm, 8 mm i 10 mm ze stali o gatunku HARDOX 500, przykręcane poprzez wykładzinę amortyzującą z poliuretanu PUGA 3. Dno zostało wzmocnione belkami wzdłużnymi i poprzecznymi z ceownika UPE 160 mm, spawanymi do blach bocznych pojemnika oraz płaskownikami pomiędzy belkami. Pojemnik skipu zamykany

jest klapą z dźwigniowym mechanizmem zamykającym w krzywkach wieży. W pozycji otwartej klapa spoczywa na elastycznym zderzaku [10, 11].

Rama dolna przystosowana jest do zawieszenia czterech lin wyrównawczych płaskich stalowo-gumowych o rozstawie pomiędzy linami 700 mm. Ramę dolną wykonano z jednakowych profili walcowanych – ceownika 300 UPE. Belki zawieszenia lin wyrównawczych wzmocniono spawanymi nakładkami z płaskownika o przekroju 80×6 mm. Rozstaw belek wynosi 300 mm, w osi zawieszenia lin wyrównawczych przewidziano tulejki o średnicach $\varnothing 85/\varnothing 75$ mm dla sworznia zawieszenia. Na ramie przymocowane są zestawy prowadnic tocznych PHH3. Nad prowadnicami tocznymi zabudowany jest ażurowy pomost rewizyjny. Do belek czołowych ramy dolnej przymocowano normowe prowadnice ślizgowe do awaryjnego hamowania w zgrubionych prowadnikach w rzępiu szybu i zabezpieczenia prowadzenia skipu w szybie.

Cięgła nośne zabudowane są po 4 sztuki na obu ścianach bocznych, ich konstrukcję wykonano z ceowników 160 mm ze stali o podwyższonej wytrzymałości, w gatunku S460NL ($R_m = 550$ MPa, $R_e = 460$ MPa), przyspawane do głowicy, pojemnika i ramy dolnej. Cięgła są dzielone, połączone ze sobą nakładkami i śrubami pasowanymi.

5. Zbiorniki odmiarowe i wyładownicze skipu

Do załadunku skipów zastosowano zbiorniki odmiarowe wraz z klapą rozdzielczą pokazane na rysunku 7. Zbiorniki odmiarowe wraz z klapą rozdzielczą są konstrukcjami spawanymi o pojemności 45 m^3 i ładowności 40 Mg ze szczelnym zamknięciem części wylotowej. Dla każdego skipu przewidziano oddzielny zbiornik o identycznej budowie, natomiast segment górny i segment z klapą rozdzielczą jest wspólny dla obu zbiorników. W ciągu technologicznym zbiorniki odmiarowe umieszczone są w podszybiu kieszeni skipowej odmiarowej o średnicy 6800 mm, pod kątem 50° do poziomu między wysypem z przenośnika taśmowego na poz. – 1025,25 m a oknem zasypowym do skipu na poz. – 1040,00 m.

Każdy ze zbiorników wsparty jest na dwóch podporach przegubowych i dwóch podporach ślizgowych [12].

Zbiorniki wyładownicze są konstrukcjami o pojemności 45 m^3 i ładowności 48 Mg ze szczelnym zamknięciem części wlotowej i wylotowej, widoczne na rysunku 8 [13]. Zabudowane są w budynku nadszybia na specjalnej konstrukcji stalowej nachylonej pod kątem 50° od poziomu. Każdy z dwóch zbiorników przeznaczony jest do odbioru urobku z poszczególnych skipów. Z powyższego powodu rozstaw osi wlotów do zbiorników wynosi 2400 mm ze względu na rozstaw skipów, a wylotów 4000 mm podyktowane rozstawem przenośników odstawy odbierającej. Zbiorniki na wlocie posiadają szczelne zamknięcie w postaci klapy z napędem siłownikiem pneumatycznym. Wnętrze pudła w dnie wyłożone jest blachami typu HARDOX 500 o grubości 30 mm. Wyłożenie to jest w postaci płytek przykręcanych śrubami M16 do pudła i ramy nośnej. Natomiast boki wyłożone są blachami tego samego typu o grubości 15 mm w części dolnej i 8 mm w części górnej. Są to płyty o masie nie przekraczającej ciężaru 100 kg każda. Są one mocowane z pudłem za pomocą spoin otworowych. Strop zbiorników wyłożony jest płytami typu HARDOX 500 o grubości 6 mm, łączony z pudłem zbiornika spoinami otworowymi. Poza tym każdy ze zbiorników wyposażony jest w:

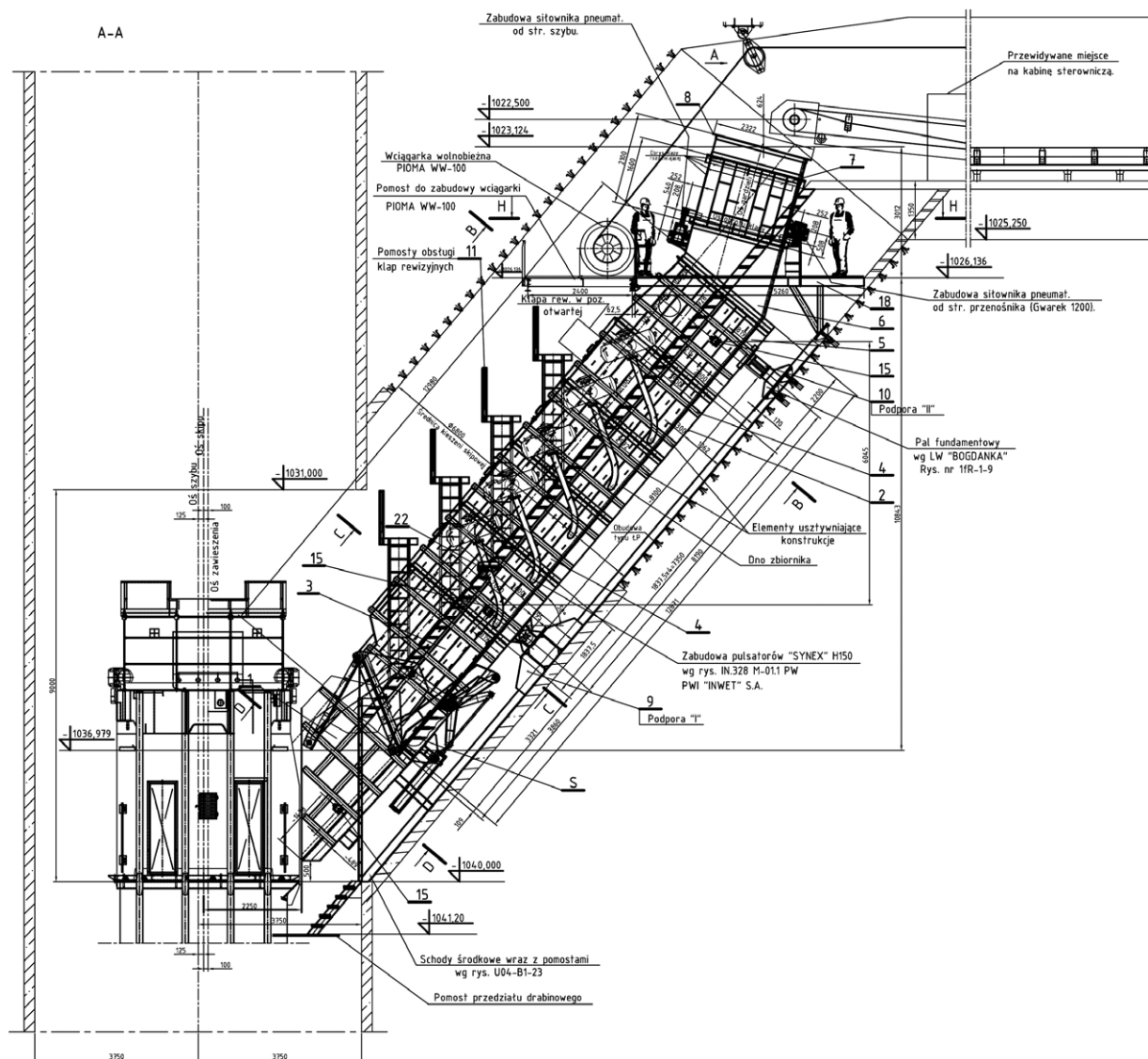
- pulsatory pneumatyczne, których zadaniem jest usuwanie zawieszającego się urobku w zbiorniku;
- urządzenia izotopowe, rejestrujące poziom urobku, pomiar poziomu górnego i dolnego napełnienia zbiornika;
- system ograniczenia zapylenia w trakcie załadunku i wyładunku;
- system smarowania łożysk ślizgowych.

6. Liny nośne i wyrównawcze

Liczba lin nośnych w wyciągu wynosi 4, całkowita długość jednej liny (z dodatkami na zakładanie lub wymianę) ≈ 1370 m.

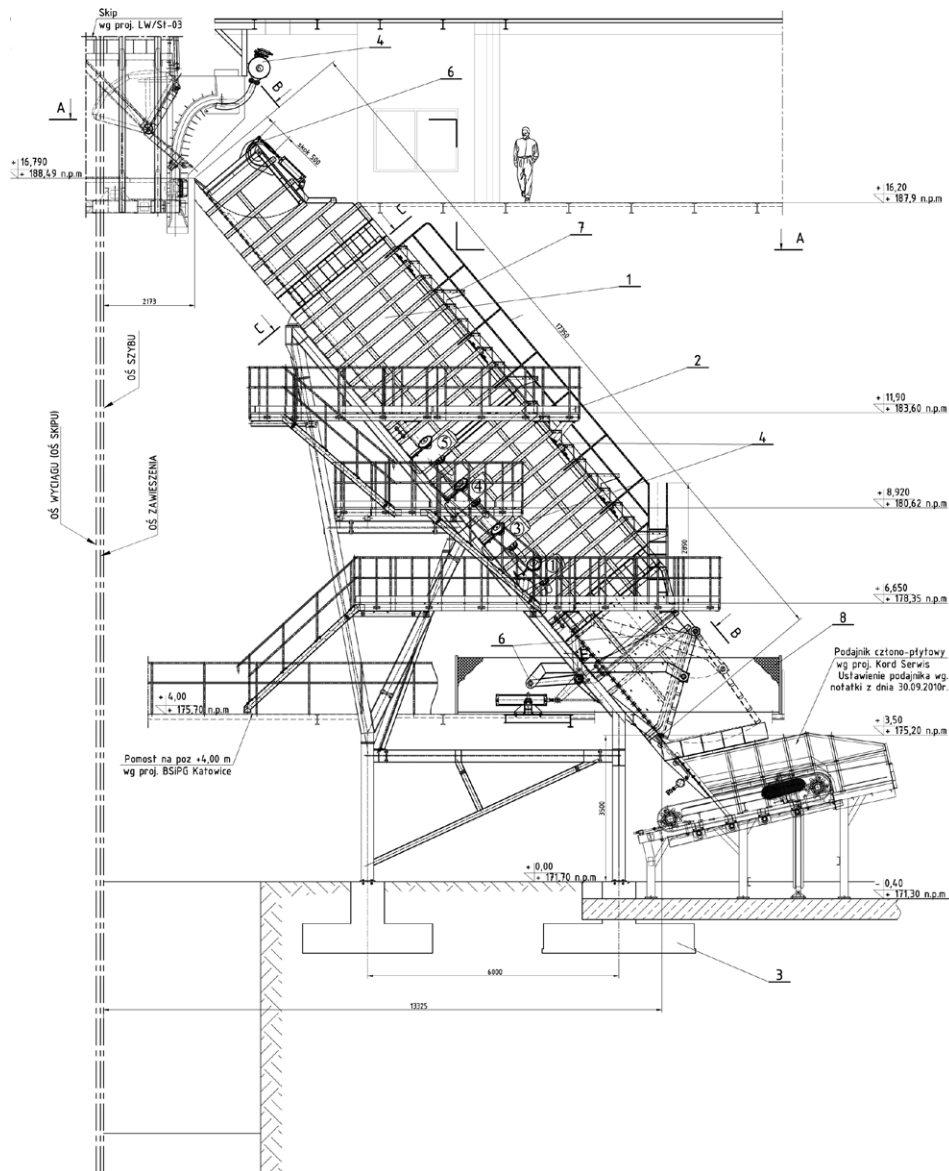
Liny okrągłe wg normy PN-EN 12385-6, oznaczenie – Notorplast 50:

- 12x16 SPC: PWRC [FC-4x7-(4x17S+4x7)] 1770 B zZ;
- 12x16 SPC: PWRC [FC-4x7-(4x17S+4x7)] 1770 B sS;



Rys. 7. Konstrukcja zbiornika odmiarowego [12]

- skręt: 2 liny – prawy; 2 liny – lewy;
 - klasa jakości liny: pierwsza, druty: ocynkowane;
 - średnica liny: $\varnothing 50$ mm, przekrój nośny liny: $1101,2 \text{ mm}^2$;
 - klasa wytrzymałości drutów: 1770 MPa;
 - nominalna siła zrywająca druty liny: 194912,4 daN;
 - sumaryczna siła zrywająca druty z liny: 214 290,0 daN (zZ), 214 164,0 daN (sS);
 - siła zrywająca linę w całości: 178 140,0 daN (zZ), 180 620,0 daN (sS);
 - nominalna masa jednostkowa liny: 10,2 kg/m;
 - liczba lin wyrównawczych: 4;
 - całkowita długość liny (z dodatkiem na zakładanie lub wymianę) ≈ 1140 m;
 - rodzaj liny: płaska stalowo-gumowa, SAG 10,2 – $123 \times 35/4 \times 18-1570$;
 - suma nominalnych przekrojów nośnych lin zwulkanizowanych w linie SAG: $652,8 \text{ mm}^2$, klasa wytrzymałości liny: 1570 MPa;
 - minimalna siła zrywająca linę: 840,33 kN;
 - rzeczywista siła zrywająca linę: 909,20 kN; 950,00 kN; 955,00 kN; 945,00 kN;
 - przybliżona masa jednostkowa liny: 10,2 kg/m, masa liny wyrównawczej w gałęzi: 11079,7 kg.
- Liny nośne połączone są ze skipami za pomocą zawiesznień wielolinowych z punktowym ich mocowaniem do naczyń produkcji firmy SADEX Sp. z o.o. pokazano na rysunku 9. Zawieszania wyposażone są we wkładki do kontroli sił w linach produkcji firmy TEMIX Sp. z o.o.
- Liny wyciągowe należy zaliczyć do najbardziej obciążonego i odpowiedzialnego elementu górniczego wyciągu szypowego z uwagi na stałe występowanie złożonego układu naprężeń roboczych statycznych i dynamicznych (rozciągających, zginających, stycznych i innych) oraz naprężeń wynikających z ich



Rys. 8. Konstrukcja zbiornika wyladowczego [13]

zamocowania w zaciskach zawieszń różnych konstrukcji.

Wpływa to na mniejszą trwałość lin nośnych w porównaniu z innymi elementami górniczego wyciągu szybowego. Prowadzi to także do zwiększonego zużycia drogich lin wyciągowych, a tym samym do podwyższenia kosztów eksploatacji. Czas pracy lin nośnych w górniczych urządzeniach wyciągowych eksploatowanych w górnictwie polskim jest mocno zróżnicowany i wynosi od ponad 3 lat do zaledwie kilkunastu miesięcy. Na trwałość lin nośnych wpływ mają czynniki związane z ich konstrukcją i produkcją (jakość materiału drutów,

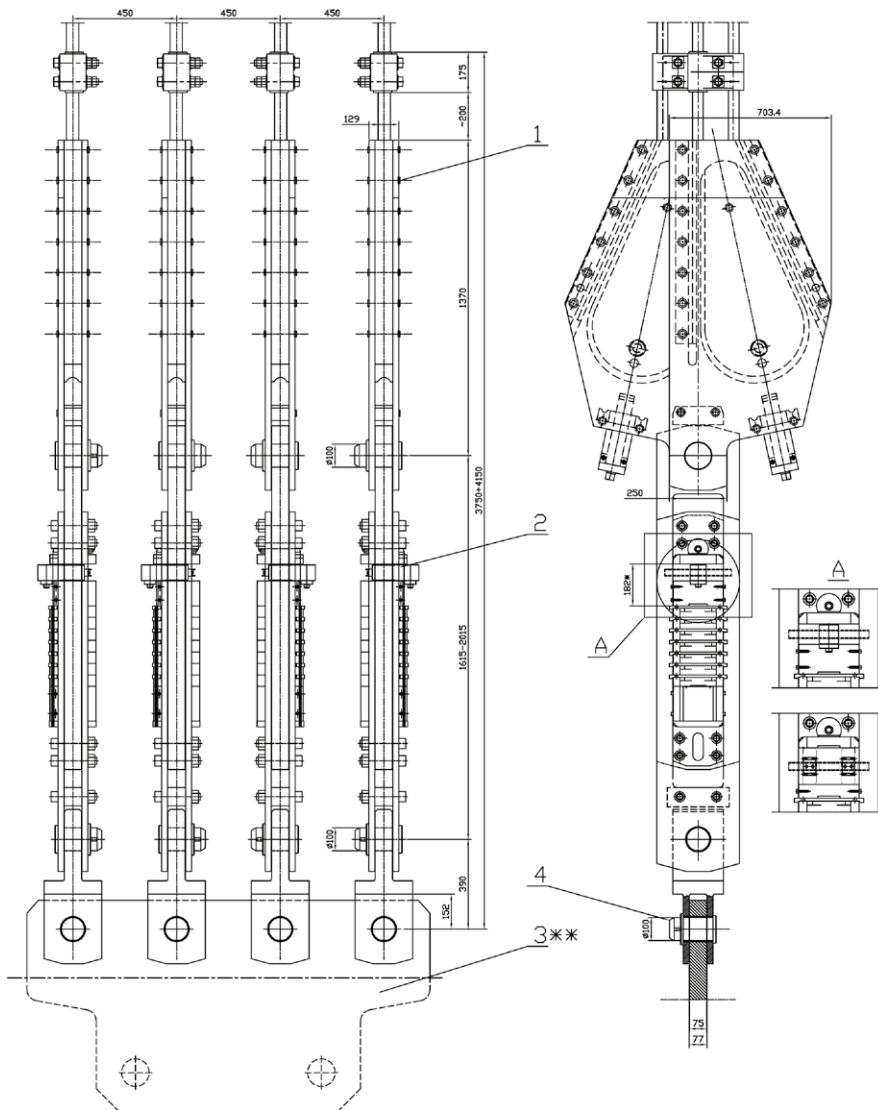
niewłaściwe skrócenie drutów w splotki i splotek w linę, parametry konstrukcyjno-technologiczne liny) jak również czynniki eksploatacyjne (prawidłowy dobór konstrukcji liny do konkretnych warunków pracy urządzenia wyciągowego, zużycie mechaniczne, uszkodzenia korozyjne lub nieprzestrzeganie instrukcji dotyczących eksploatacji lin, zmienne obciążenie liny itd.).

Przykładowy wykres przebiegu sił w linach przedstawiono na rysunku 10. Liny wyrównawcze mocowane są do skipów za pomocą zawieszń klinowych pokazano na rysunku 11, również produkcji firmy SADEX Sp. z o.o.

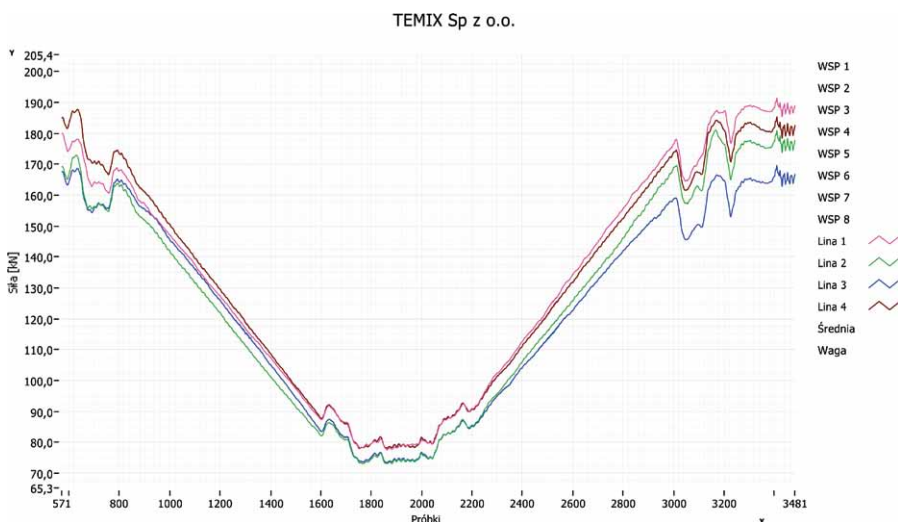
Podsumowanie

W przedstawionym górniczym wyciągu szybowym szybu 2.1 zastosowano kilka rozwiązań niestandardowych, do których należą:

- Umieszczenie jednego wyciągu centralnie w tarczy szybu 2.1, mimo że szyb ma dużą średnicę, tj. 7500 mm, co sprzyja jego zaletom:
 - centralne ustawienie szerokich i długich (wymiar między prowadnikami 4,1 m) naczyń ułatwia rewizję szybu i prowadzenie prac w szybie;
 - zwiększone wymiary poprzeczne skipu (pojemnik wewnątrz ma



Rys. 9. Zawieszenie wielolinowe naczynia produkcji firmy SADEX Sp. z o.o.: 1 - zaciski sercówkowe; 2 - łączniki zmiennej długości z wkładkami do pomiaru sił w linach; 3 - blacha łącznikowa naczynia; 4 - sworzeń $\varnothing 100$ łącznika krzyżowego i blachy trzonowej [5]



Rys. 10. Przebiegi rozkładu sił w linach nośnych górniczego wyciągu skipowego szybu 2.1 dla skipów niezaladowanych [2]

3,8 × 1,4 m), a więć i zbiorników odmiarowych i wyładowczych:

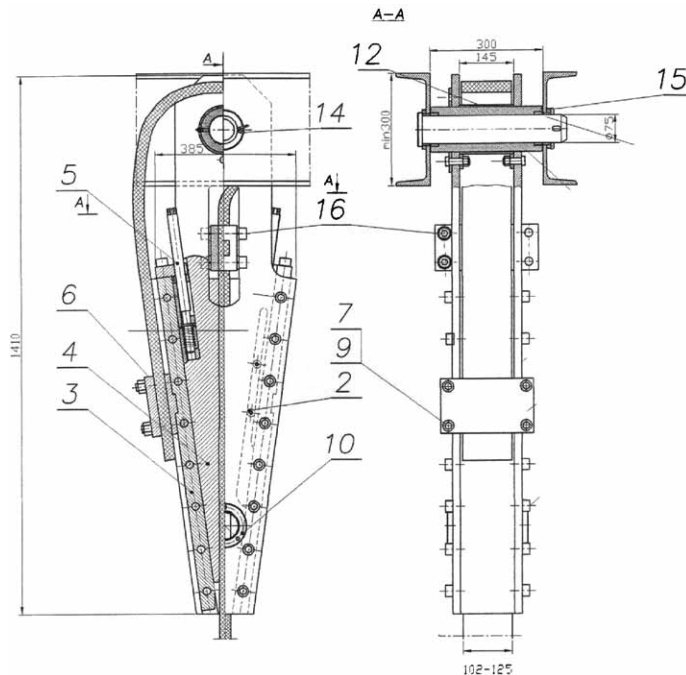
- nie ma klejenia się urobku w skipie,
- skip o nośności 40 Mg (urobek węglowy $\gamma = 0,95 \text{ Mg/m}^3$) ma tylko 16,4 m wysokości,
- stosunkowo niski skip jest mniej niszczone przez załadowywany urobek,
- duże wymiary poprzeczne skipu skróciły czas załadunku i wyładunku urobku (mniejsza długość porcji oraz mniejsza powierzchnia styku urobku ze ścianami zbiorników – stosunkowo mniejsze oddziaływanie sił tarcia).

2. Przesunięcie o 100 mm osi zawieszania skipów:

- każdy skip ze względu na konstrukcję dna pojemnika i kłapy wyładowczej ma niesymetryczny rozkład mas (zarówno dla pustego, jak i pełnego skipu) – dla wyeliminowania tego niekorzystnego zjawiska (powodującego zwiększone oddziaływanie skipów – po przekątnej, na prowadniki, a więć szybsze zużycie czołowych prowadnic tocznych oraz prowadników) oś zawieszania skipów została przesunięta o 100 mm w kierunku kłapy rozładowczej. Wyliczenie wartości przesunięcia osi wykonano jeszcze w fazie projektu koncepcyjnego wyciągu szybowego. Przesunięcie osi wymagało szczególnej, wzmożonej uwagi zarówno w fazie projektowania urządzenia, jak i jego realizacji.

3. Zastosowanie w górnictwie węgla kamiennego prędkości naczyni 18 m/s:

- wykorzystana do budowy górniczego wyciągu szybowego szybu 2.1 maszyna wyciągowa należała pierwotnie do typoszeregu maszyn 4L-5500/2×3600, przewidywanych dla prędkości 20 m/s. Na kopalni Czczot (skąd była pozyskana po likwidacji wyciągu) pracowała z prędkością 16 m/s. W czasie przenoszenia, podczas prac adaptacyjnych i dostosowywania do nowych przepisów, okazało się, że ekonomicznie korzystniejsze będzie wykonanie nowego bębna



Rys. 11. Zawieszenie klinowe lin wyrównawczych płaskich stalowo-gumowych WLK-5/160 kN firmy SADEX Sp. z o.o.: 1 – blacha boczna; 2 – śruba imbusowa; 3 – szczeka; 4 – klin; 5 – układ napinania; 6 – zacisk końca liny; 7 – śruba oczkowa; 9 – nakrętka; 10 – wziernik; 12 – tuleja dystansowa; 14 – zawlecza; 15 – podkładka; 16 – dodatkowy zacisk łukowy [7]

- pednego zamiast modernizacji starego. Wykorzystując tę okazję, zmniejszono średnicę koła pednego do 5000 mm, co umożliwiło poprawę warunków pracy silników elektrycznych (korzystniejszy moment obrotowy oraz osiągnięcie znamionowych obrotów) z jednoczesnym zwiększeniem prędkości liniowej do 18 m/s (niestosowanej w polskim górnictwie węgla kamiennego).
4. Szyb był głębiony pod koniec lat 80. ubiegłego wieku (do poz. ok. 990 m). Następnie przez kolejne lata eksploatacji złoża, głównie po stronie północnej szybu, nastąpiło pochycenie się osi rury szybu o około 300 mm. Mimo tego pochycenia, świadomie, wyciąg został zabudowany pionowo. W związku z tym oś wyciągu przemieszcza się względem osi szybu. Przemieszczenie jest różne, zależnie od głębokości. Był to dodatkowy element utrudniający budowę zbrojenia szybowego.
 5. Zastosowanie demontowalnego trzonu wyciągu awaryjnego. Klatka wyciągu awaryjnego jest przechowywana

- w nadszyciu wraz z nadzrębą częścią prowadzeń czołowych naczyń. W przypadku konieczności użycia montuje się ją wraz z konstrukcją nadzrębą na wrotach trzonu wieży wyciągu głównego.
6. Zabudowa wyciągu szybowego w szybie wydechowym wymusiła zastosowanie zbiorników odmiarowych (na załadunku) oraz wyładowniczych (na rozładunku), odrębnych dla każdego skipu.
 7. Zastosowanie pulsatorów pneumatycznych do usuwania przyklejonego do ścian pojemników skipów urobku. Do tej pory nie zaistniała potrzeba ich użycia.

Literatura

- [1] Arkusz opisowy górnictwa wyciągu szybowego. MWM Elektro Sp. z o.o. Trzebinia 2011.
- [2] Arkusz opisowy lin wyciągowych. MWM Elektro Sp. z o.o. Trzebinia 2011.
- [3] BADURA S., BURA L., KAWULOK S., KOBYLECKI J., ZUB J.: *Urządzenie wyciągowe ze skipami o ładowności 50 Mg*. II Konferencja Naukowo-Techniczna.

- Kierunki rozwoju górnictwa urządzeń wyciągowych. IMG Politechnika Śląska. Gliwice 1972.
- [4] CARBOGNO A., SPENDEL N.: *Modernizacja skipowych naczyń wyciągowych o dużej ładowności*. „Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa” 12(161)/ 1991.
 - [5] CARBOGNO A., ŻOŁNIERZ M., BUCZEK J.: *Zagadnienie trwałości naczyń wyciągowych skipowych*. Transport Szybowy. ITG KOMAG. Gliwice 2015.
 - [6] CARBOGNO A., STAWOWIAK M.: *Zagadnienie czasów za- i wyładunku skipów górnictwa wyciągów szybowych. Bezpieczeństwo Pracy Urzędzeń Transportowych w Górnictwie*. CBI DGP Sp. z o.o. Łędziny 2017.
 - [7] Dokumentacja technologiczna górnictwa wyciągu skipowego szybu 2.1. Opracowana przez BSiPG Katowice, marzec 2009.
 - [8] KLICH A., PTAK J., SPENDEL N.: *Rozwiązania skipów o dużych ładownościach*. III Konferencja Naukowo-Techniczna. Kierunki rozwoju górnictwa urządzeń wyciągowych. Akademia Górniczo-Hutnicza. Kraków, październik 1984.
 - [9] PTAK J., SPENDEL N.: *Problemy konstrukcji naczyń skipowych w świetle ich eksploatacji*. „Budownictwo Węglowe – Projekty – Problemy” 7-8/1984.
 - [10] Skip o ładowności 40 ton, opracowany przez PRUT Katowice, 2010.
 - [11] Skip 40 Mg. Ogólny opis wyrobu. ZAMET INDUSTRY S.A., 2010.
 - [12] Zbiorniki odmiarowe wraz z klapą rozdzielczą. Centrum Projektowe Miedzi CUPRUM – PROJEKT Sp. z o.o. Wrocław, sierpień 2010.
 - [13] Zbiorniki wyładownicze. Centrum Projektowe Miedzi CUPRUM – PROJEKT Sp. z o.o. Wrocław, sierpień 2010.

dr inż. Alfred Carbogno
dr inż. Michał Stawowiak
Katedra Mechanizacji i Robotyzacji
Górnictwa, Wydział Górnictwa i Geologii,
Politechnika Śląska w Gliwicach
e-mail: michal.stawowiak@polsl.pl;
mgr inż. Tomasz Jasiński
Zakład górniczy Lubelski Węgiel
„Bogdanka” S.A.