

Maszyna Wyciągowa typu B-1500/Ex/AC-2m/s

Innowacyjne rozwiązanie do zastosowania w wyrobiskach podziemnych
w strefach zagrożenia wybuchem metanu i pyłu węglowego
oraz w przestrzeniach bezpiecznych

pierwsze zastosowanie
pogłębianie szybu Leon IV KWK „Rydułtowy-Anna”

Gabaryty maszyny umożliwiają jej zainstalowanie w wyrobiskach podziemnych w pobliżu pogłębianego szybu,
a segmentowa konstrukcja pozwala na szybki i bezproblemowy transport dołowy.



Cel projektu

Zaprojektowanie uniwersalnej jednokońcowej maszyny wyciągowej przeznaczonej do głębinienia, pogłębiania, zbrojenia i przezbrajania szybów oraz stosowanej przy wykonywaniu prac remontowych i transportowych w wyrobiskach pionowych i pochyłych. Cel projektu został osiągnięty. Charakterystyczne cechy i właściwości zaprojektowanej maszyny wyciągowej to:

Modułowość i obniżone gabaryty – pozwalają na szybki montaż i demontaż urządzenia, jego transport w wyrobiskach podziemnych oraz instalację i eksploatację maszyny wyciągowej nawet w miejscach o ograniczonej przestrzeni.

Zgodność z dyrektywą ATEX – umożliwiła eksploatację maszyny w wyrobiskach podziemnych, w pomieszczeniach

o stopniu „a”, „b” i „c” zagrożenia wybuchem metanu oraz klasy „A” i „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego oraz w wyrobiskach niezagrożonych.

Efektywność inwestycji – w przypadku pogłębiania szybów, remontów lub innych niestandardowych prac prowadzonych z najbliższego poziomu koszty są niewspółmiernie niższe niż koszty prowadzenia tych prac z powierzchni. Ponadto możliwość wielokrotnego wykorzystywania maszyny wyciągowej w różnych lokalizacjach, jej modułowa konstrukcja oraz małe gabaryty poszczególnych modułów w znaczący sposób zmniejszają koszty transportu i przygotowania miejsca pod zabudowę.

pierwsze zastosowanie

dostarczenie i zabudowa maszyny B-1500/Ex/AC-2m/s w KWK „Rydułtowy-Anna”

Charakterystyka otoczenia

Szyb Leon IV KWK Rydułtowy-Anna jest szybem wdechowym, charakteryzującym się silnym strumieniem powietrza dostającego się do kopalni (ok. 7–12 m/s), który niesie ze sobą zasoloną wodę (sól z górotworu), pył itp. Warunki są bardzo trudne.

Występuje tutaj zmienne zagrożenie metanowe. Wszystkie urządzenia muszą spełniać warunki pracy w przestrzeni zagrożonej wybuchem zarówno metanu jak i pyłu węglowego.

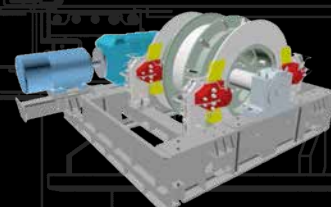
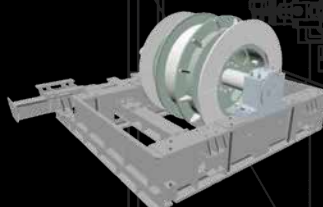
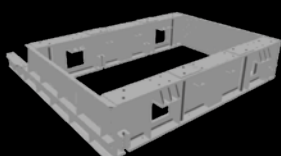
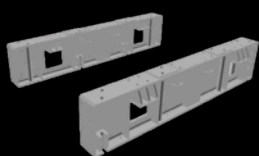
Ze względu na usytuowanie – 1027 m pod powierzchnią – transport, instalowanie oraz montaż wszelkich urządzeń wielkogabarytowych typu maszyna wyciągowa itp. odbywać się musi z uwzględnieniem specyfiki tego miejsca.

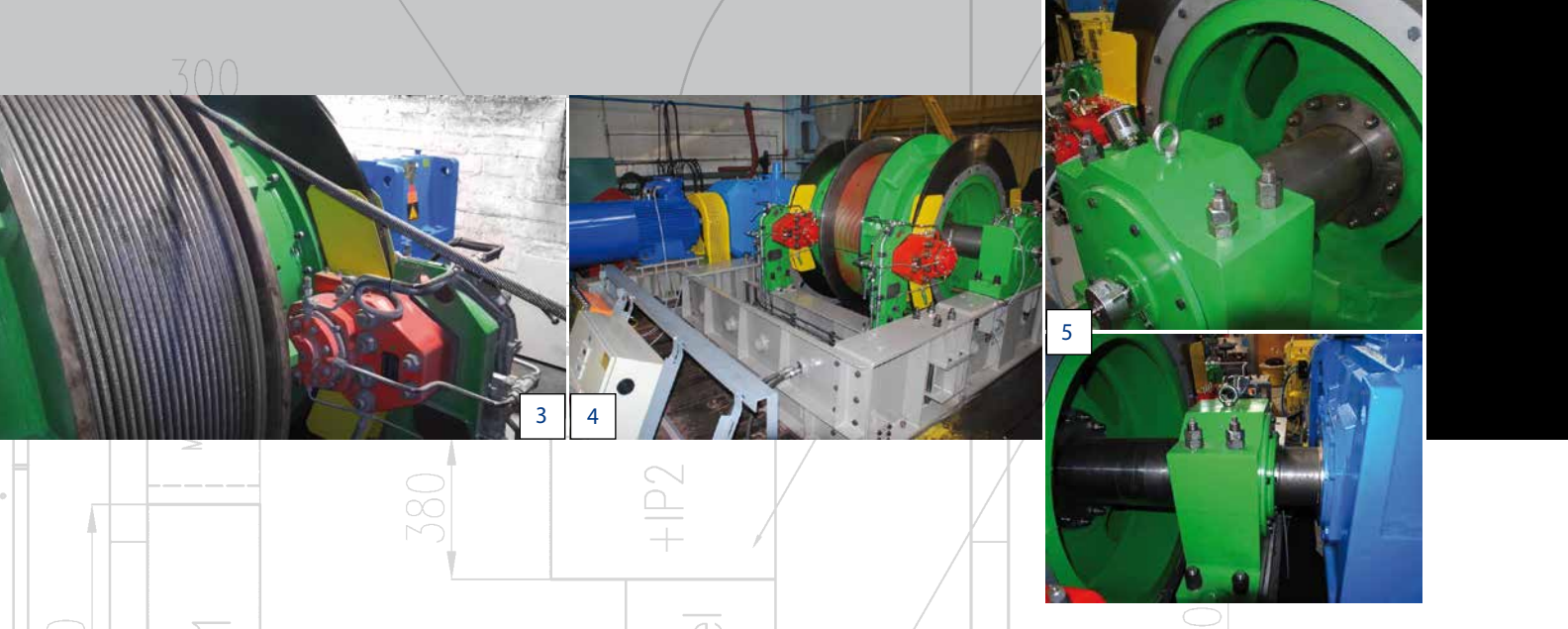
Zakres zadania

- opracowanie projektu maszyny wyciągowej przeznaczonej do głębinienia szybu Leon IV KWK Rydułtowy-Anna,
- wykonanie prototypu maszyny,
- testy w warunkach laboratoryjnych,
- zabudowa prototypowej maszyny w warunkach naturalnych (zakład górniczy),
- przeprowadzenie ruchu próbnego maszyny.

- fot. 1 [Chodnik transportowy na poziomie 1027 - miejsce posadzenia maszyny wyciągowej](#)
fot. 2 [Maszyna wyciągowa w trakcie montażu](#)

Modułowa konstrukcja umożliwia transport maszyny wyciągowej wyrobiskami podziemnymi oraz szybki montaż





Maszyna wyciągowa B-1500/Ex/AC-2m/s

Maszyna wyciągowa B-1500/Ex/AC-2m/s zaprojektowana została pod kątem możliwości jej zabudowy w wyrobiskach podziemnych, w tym również w przestrzeniach zagrożonych wybuchem metanu oraz pyłu węglowego. Gabaryty maszyny zostały tak dobrane, aby maksymalnie ułatwić transport jej modułów i podzespołów w wyrobiskach podziemnych oraz zabudowę w miejscu eksploatacji w pobliżu szybu, w którym będą prowadzone prace.

Maszyna wyciągowa B-1500/Ex/AC-2m/s przeznaczona jest do napędu górniczych wyciągów szybowych jednokońcowych, w szybach, szybikach i wyrobiskach pochyłych.

Maszyna wyciągowa B-1500/Ex/AC-2m/s uzyskała stałe dopuszczenie typu, wydane przez Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego dnia 18.12.2015 r.

Maszyna może być sterowana ręcznie z pulpitu sterowniczego zabudowanego w ergonomicznej kabinie, stanowiącej ochronę przed hałasem i pyłem lub zdalnie ze stanowisk rewizyjnych i ruchowych, w trybie zdalnego uruchomienia z płynną regulacją prędkości.

Głównymi elementami części mechanicznej są:

- zestaw wału głównego,
- zespół napędowy z silnikiem asynchronicznym i przekładnią,
- hamulec odwodzony hydraulicznie.

Głównymi członami części elektrycznej są:

- zespół zasilająco-napędowy,
- układ sterowania i regulacji,
- układ zabezpieczeń,
- układ wizualizacji i rejestracji.

Zespół wału głównego maszyny wyciągowej stanowi bęben nawojowy (linopędnia), o średnicy 1 500 mm osadzony na wale podpartym na dwóch łożyskach toczyń: swobodnym i ustalającym.

Bęben wyposażony jest w wykładzinę typu Lebus, gwarantującą, przy nawijaniu wielowarstwowym, prawidłowość układania

liny na bębnie oraz równomierne rozłożenie nacisków na powierzchnię płaszczka.

Do pobocznic bębna nawojowego zamocowane są dwie tarcze hamulcowe współpracujące z siłownikami układu hamulcowego.

fot. 3 Bęben nawojowy wraz z jednym z czterech siłowników hamulcowych

fot. 4 Maszyna wyciągowa w zakładzie atestacyjnym

fot. 5 Wał główny

Zespół napędowy maszyny składa się z nałożonej na wał główny przekładni zębatej (przełożenie = 56) i trójfazowego silnika asynchronicznego (moc = 132 kW). Silnik jest sprzężony z wałem szybkobieżnym przekładni poprzez sprzęgło elastyczne.

Silnik napędowy jest zasilany i sterowany poprzez przemiennik częstotliwości w obudowie przeciwwybuchowej. Dzięki zaimplementowanemu oprogramowaniu można stabilnie utrzymywać zadane parametry pracy napędu. Zastosowanie tego typu zasilania nie wpływa negatywnie na sieć zasilającą - zostało zredukowane do minimum występowanie niekorzystnych harmonicznych prądów i napięć.

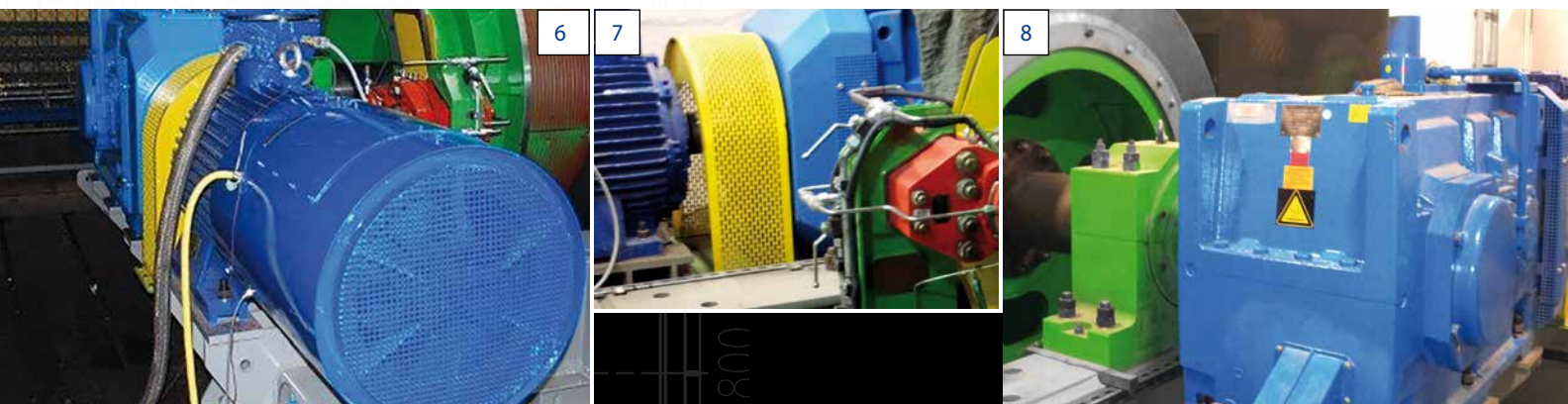
fot. 6 Silnik napędowy - asynchroniczny

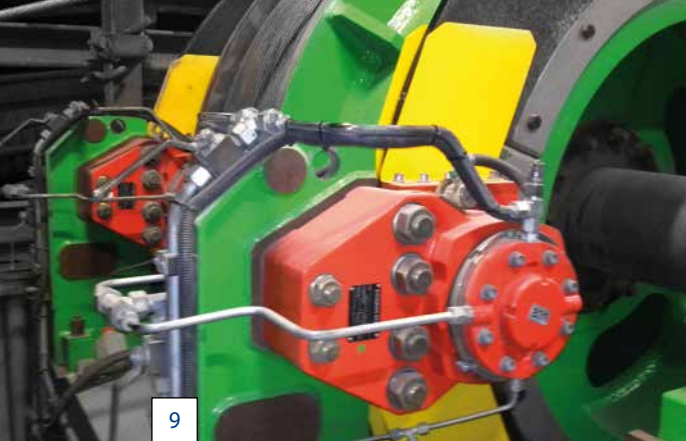
fot. 7 Sprzęgło elastyczne

fot. 8 Przekładnia

W skład układu hamulcowego maszyny wyciągowej wchodzi:

- 4 stojaki hamulcowe każdy z 1 parą siłowników hamulcowych (BSFG 405), współpracujących z dwoma tarczami hamulcowymi,
- instalacja hydrauliczna zasilania siłowników hamulcowych i łącząca elementy układu,
- elektrohydrauliczny zespół sterowniczo-zasilający typu H-C MWM-7Ex,
- urządzenie do wymuszenia awaryjnego spływu oleju.

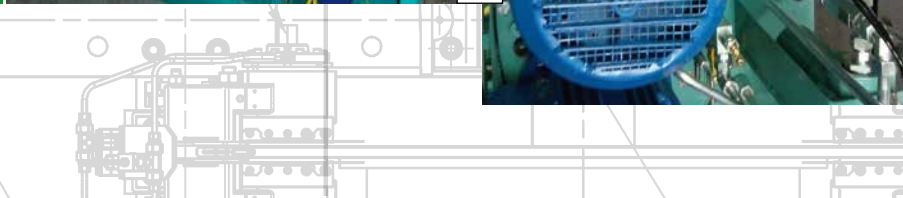
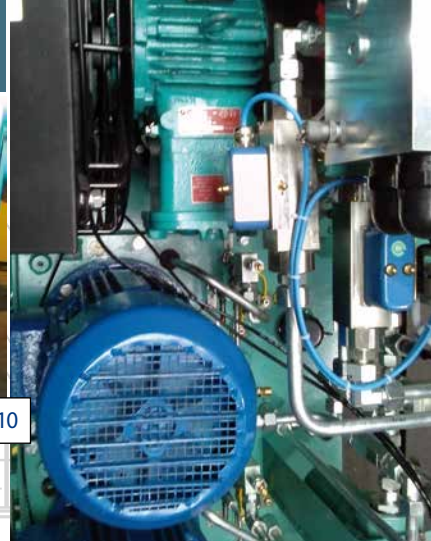




9



10



Elektrohydrauliczny zespół sterowania hamulca poprzez zmianę wartości ciśnienia oleju umożliwia realizację dwóch rodzajów hamowania:

- a) hamowanie manewrowe – w sterowaniu ręcznym realizowane przez maszynistę wyciągowego poprzez manipulację nastawnikiem (sterem hamulca):
 - do wartości ciśnienia odpowiadającego pełnej sile hamowania, jeżeli prędkość wyciągu nie przekracza 1 m/s,
 - do wartości ciśnienia resztkowego, jeśli prędkość wyciągu jest większa niż 1 m/s,
- b) hamowanie bezpieczeństwa – realizowane samoczynnie, z jednostopniową wartością momentu hamującego utrzymaną przez pewien okres czasu na ciśnieniu resztkowym, co ma na celu wyhamowanie maszyny do prędkości mniejszej niż 1 m/s, przy której następuje spadek ciśnienia w układzie – pełna siła hamująca. Całkowita wartość momentu hamującego zapewnia wymagany statyczny współczynnik pewności utrzymania nadwagi podczas postoju wyciągu szybowego.

Dodatkowo w układzie hamulcowym zastosowano urządzenie ZWDSO-Ex umożliwiające udrożnienie dodatkowej drogi spływu oleju i wywołanie spadku ciśnienia w instalacji hydraulicznej hamulca, powodując bezpieczne zatrzymanie wyciągu. Urządzenie uruchamia maszynista w sytuacjach awaryjnych.

fot. 9 Siłowniki hamulcowe
fot. 10 Elektrohydrauliczny zespół sterowniczo-zasilający

Całość układów sterowania, regulacji i zabezpieczeń zrealizowano w oparciu o Ognioszczelny Zespół Sterowników Programowalnych. Ich podstawę stanowi zaimplementowany cyfrowy regulator jazdy GRZ-13-A (w wersji dla wyciągów jednokońcowych), którego zadaniem jest poprawne obliczanie aktualnego położenia oraz prędkości naczynia i na tej podstawie kształtowanie diagramu jazdy w funkcji drogi. Regulator jazdy wykrytuje sygnał z dwóch enkoderów inkrementalnych zamonto-

wanych – jeden bezpośrednio na wale silnika, a drugi na wale głównym po stronie bębna nawojowego. GRZ-13-A pozwala na kształtowanie diagramu jazdy maszyny wyciągowej zgodnie z oczekiwaniami użytkownika, uwzględniając specyfikę górniczego wyciągu szybowego.

Całość algorytmów sterowniczo-zabezpieczających została zaimplementowana w dwóch jednostkach PLC serii S7-300 przy użyciu oprogramowania TIA Portal. Jeden sterownik (U100) pełni rolę sterownika podstawowego, a drugi (U200) odpowiada jedynie za kontrolę prawidłowej pracy całości. Oba te sterowniki realizują programowo zabezpieczenia zgrupowane w obwodach: bezpieczeństwa, awaryjnego zatrzymania napędem, blokady, ograniczenia prędkości, sygnalizacji stanów awaryjnych i obejścia blokady.

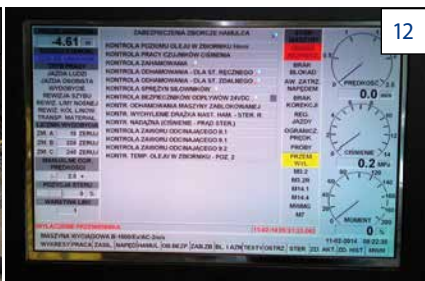
Wszystkie ważne funkcje określające stan pracy maszyny wyciągowej/wyciągu szybowego objęte są układem wizualizacji ekranowej, zbudowanej w oparciu o komputer ognioszczelny oraz aplikację wizualizacyjną produkcji MWM Elektro Sp. z o.o. Aplikacja ta pozwala użytkownikowi na pełną kontrolę stanu pracy maszyny wyciągowej, zwiększając przez to wydajność i bezpieczeństwo pracy wyciągu szybowego.

Maszyna wyciągowa i przynależny układ sygnalizacji szybowej przystosowane są do współpracy z cyfrowym aparatem rejestrującym RG-3Ex, który przeznaczony jest do rejestracji sygnałów górniczego wyciągu szybowego, wymaganych i określonych przepisami oraz sygnałów dodatkowych ustalonych przez użytkownika. Przyjazna użytkownikowi konstrukcja aparatu RG-3Ex oraz intuicyjna aplikacja robocza pozwalają w sposób łatwy i szybki uzyskać wybrane przez użytkownika dane dotyczące zarejestrowanych stanów maszyny wyciągowej/górniczego wyciągu szybowego.

fot. 11 Stanowisko operatora (w zakładzie atestacyjnym)
fot. 12 Ekran układu wizualizacji
fot. 13 Cyfrowy aparat rejestrujący RG-3Ex



11



12

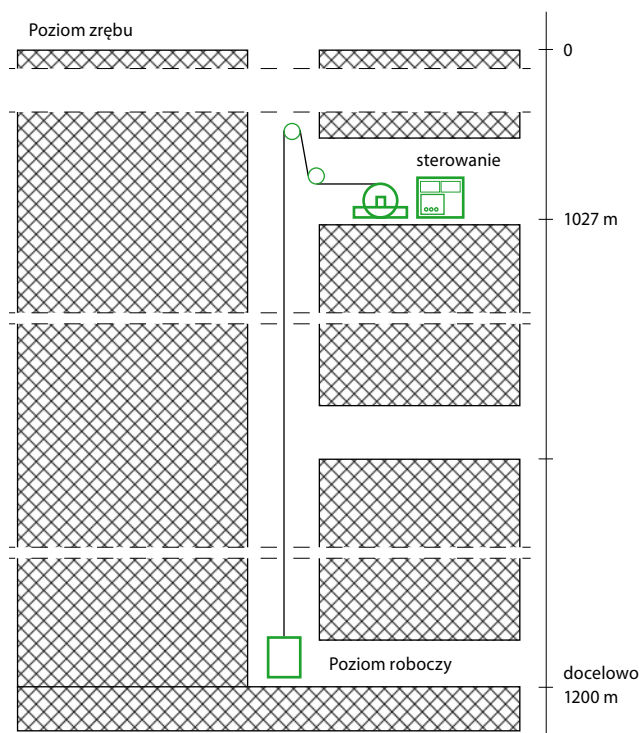


13

pierwsze zastosowanie

Szyb Leon IV – KWK „Rydułtowy-Anna”

- Miejsce zabudowy – wyrobisko podziemne na głębokości 1027 m w rejonie pogłębianego szybu wdechowego
- Środowisko – wyrobisko przewietrzane prądem zużytego powietrza zagrożone wybuchem metanu i pyłu węglowego
- Zastosowanie maszyny wyciągowej – napęd górniczego wyciągu szybowego służącego do pogłębiania i zbrojenia szybu
- Funkcje wyciągu szybowego – jazda ludzi, jazda osobista, rewizja szybu, rewizja liny nośnej, rewizja kół linowych, wydobycie i transport materiałów



Maszyna wyciągowa B-1500/Ex/AC-2m/s

agregat hydrauliczny
H-C MWM-7Ex

ognioszczelny zespół przemiennika i zasilania
napędu głównego

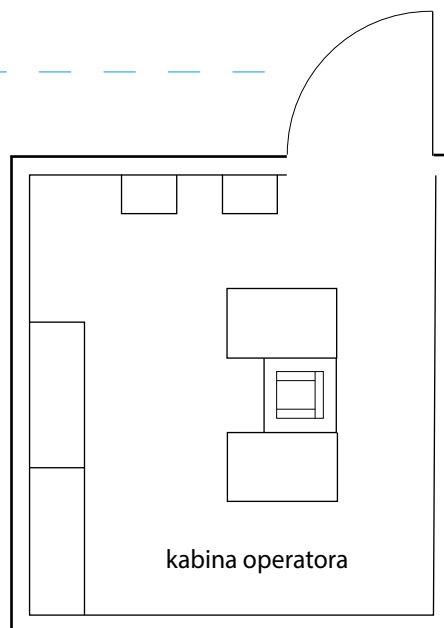
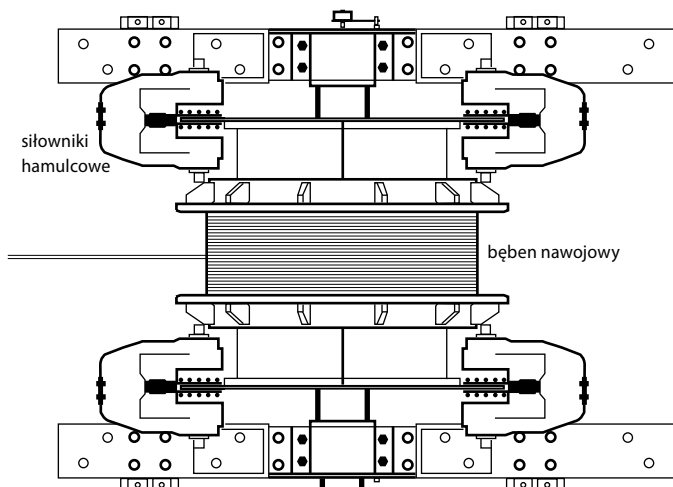
ognioszczelny zespół
sterowników
programowalnych

aparat
rejestrujący

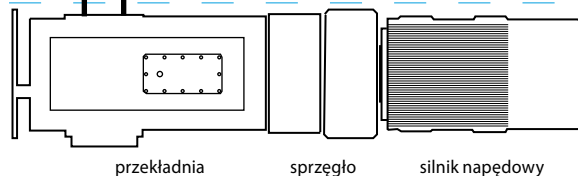
iskrobezpieczna
stacja lokalna

układ napędu, sterowania i zabezpieczeń maszyny wyciągowej

zestaw wału głównego z bębniem nawojowym



zespół napędowy



Parametry techniczne maszyny wyciągowej B-1500/Ex/AC-2m/s

typ maszyny	B-1500/Ex/AC-2m/s	
usytuowanie maszyny	na poziomie	
rodzaj sterowania	ręczne	
rodzaje pracy	jazda ludzi jazda osobista rewizja szybu rewizja liny nośnej rewizja kół linowych wydobycie transport materiałów	
prędkości jazdy	2 m/s dla wydobycia, transportu materiałów, jazdy ludzi, jazdy osobistej; 1 m/s dla rewizji szybu, jazdy z ograniczeniem prędkości, jazdy bez regulatora jazdy 0,5 m/s dla transportu materiałów na haku	
przyspieszanie/opóźnianie	przyspieszenie ruchowe	0,4 m/s ²
	opóźnienie ruchowe	0,4 m/s ²
zasilanie	500 VAC	
napęd	przekształtnikowy	
dane znamionowe silnika	typ	dSg 315M4A
	moc znamionowa	P _n = 132 kW
	prąd znamionowy	I _n = 178 A
	napięcie znamionowe	U _n = 500 V
	prędkość obrotowa	n _n = 1487 obr/min
maksymalna siła statyczna w linie	50 kN	
maksymalna siła zrywająca linę nośną	440 kN	

Podsumowanie

Projekt i budowa prototypu nowoczesnej maszyny wyciągowej przeznaczonej do stosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem były technicznym wyzwaniem. Podczas realizacji projektu napotymano szereg problemów niewystępujących przy budowie maszyn wyciągowych stosowanych w przestrzeniach niezagrażonych wybuchem.

Założono, że pod względem bezpieczeństwa prowadzenia ruchu i niezawodności działania maszyna odpowiadać będzie nowoczesnym maszynom wyciągowym stosowanym na powierzchni zakładów górniczych.

Zwrócono również uwagę na kwestię transportu i zabudowy maszyny w ograniczonej przestrzeni wyrobisk podziemnych. W związku z tym zoptymalizowano układ zarówno pod kątem budowy modułowej, gabarytów poszczególnych segmentów jak i zapewnienia nieprzerwanej pracy - z uwzględnieniem temperatury otoczenia urządzenia i jakości powietrza w wyrobiskach.

Postawione cele i założenia MWM Elektro Spółka z o.o. zrealizowała w stu procentach. Powstała dzięki temu maszyna w pełni innowacyjna, funkcjonalna i, przede wszystkim, spełniająca wszelkie wymogi bezpieczeństwa.



SIEDZIBA FIRMY

MWM Elektro Sp. z o.o.

ul. Armii Krajowej 24
32-540 Trzebinia

tel. +48 32 625 87 00

fax +48 32 625 87 01

info@mwm.com.pl

Oddział w Lubinie

ul. Wójta Henryka 47
59-300 Lubin

tel. +48 76 749 09 30-31

fax +48 76 749 09 32