

Wciągarka łańcuchowa układaka przewodów kompleksu MIKRUS

Streszczenie

W artykule przedstawiono rozwiązanie wciągarki łańcuchowej WŁ-51 będące efektem współpracy ITG KOMAG, FMIU OMAG Sp. z o.o. oraz KOPEX MACHINERY S.A. Wciągarka, zabudowana w kompleksie ścianowym MIKRUS, przeznaczona jest do naciągu i prowadzenia układaka przewodów doprowadzających media robocze do kombajnu urabiającego. Określono wymagane parametry techniczne urządzenia, omówiono proces projektowania i opisano ostateczną postać konstrukcyjną wciągarki.

Summary

Design of WŁ-51 chain hoist, developer in collaboration between KOMAG, FMIU OMAG Ltd. and KOPEX MACHINERY, JSC, is presented. The hoist is installed in MIKRUS longwall system and it is designed for tensioning and guiding the setter of hoses supplying the shearer with working media. Required technical parameters of the hoist are specified, designing process is discussed and final design of the hoist is described.

1. Wprowadzenie

Z analizy danych, dotyczących zasobów operacyjnych węgla kamiennego wynika, że około jednego miliarda ton węgla w Polsce zalega w pokładach niskich [3]. Jednym z urządzeń umożliwiających eksploatację pokładów niskich [5, 7] jest opracowany przez Grupę Kapitałową KOPEX MACHINERY S.A. kompleks ścianowy do wybierania niskich pokładów. Podstawowym elementem kompleksu MIKRUS jest kombajn ścianowy (rys. 1) przeznaczony do wybierania pokładów niskich, przy wytrzymałości węgla na ściskanie powyżej 40 MPa [4].

Jednym z urządzeń wchodzących w skład kompleksu MIKRUS jest wciągarka łańcuchowa WŁ-51, opracowana w ITG KOMAG, a wyprodukowana przez Fabrykę Maszyn i Urządzeń OMAG Sp. z o.o. (rys. 2).

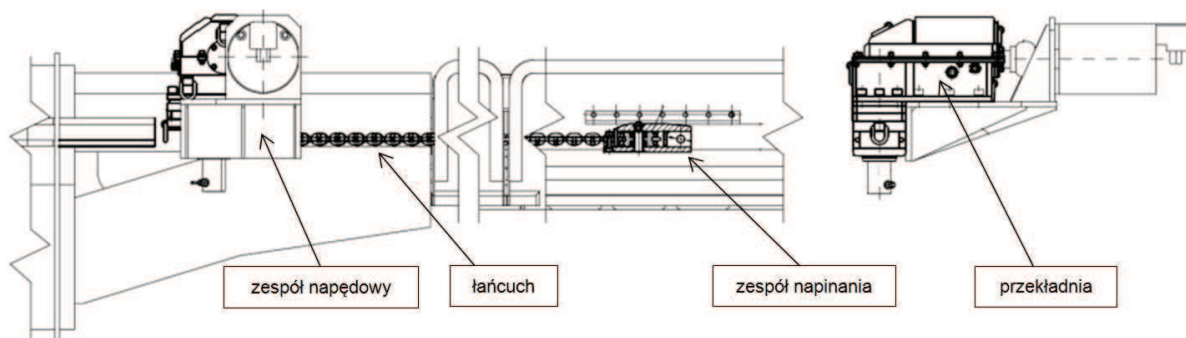
Wciągarka łańcuchowa sterowana przemiennikiem częstotliwości, przeznaczona jest do prowadzenia układaka przewodów doprowadzających media robocze do głowic urabiająco-ładujących kompleksu MIKRUS (rys. 3). Jej elementy robocze przystosowane

są do zabudowy w zastawce przenośnika zgrzeblowego.

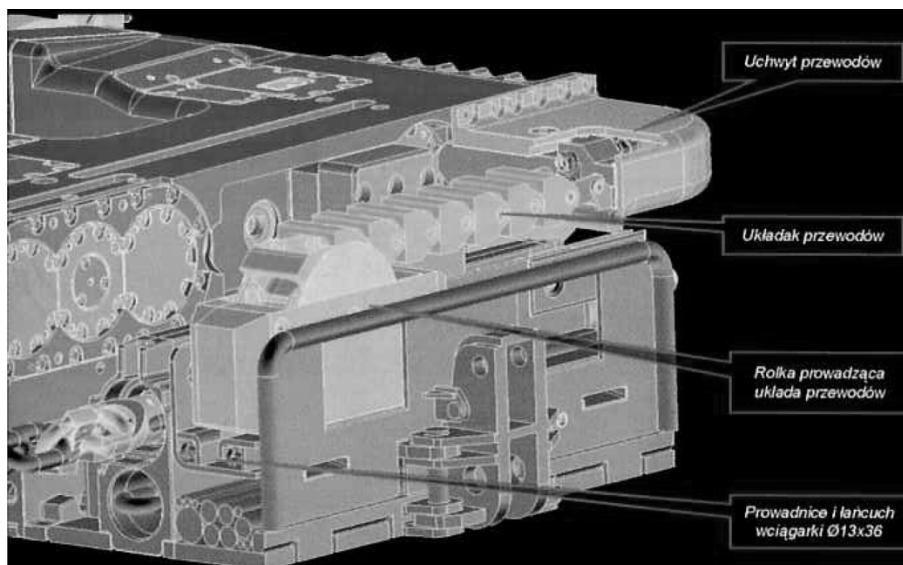


Rys.1. Kompleks ścianowy MIKRUS do wybierania niskich pokładów z zabudowaną wciągarką łańcuchową [1]

Wciągarka łańcuchowa ma na celu utrzymanie stałego napięcia rolki układaka i uniemożliwienie powstania pętli przewodów doprowadzających media robocze przy nawrotach głowicy urabiająco-ładującej kombajnu. Stały naciąg układaka przewodów, niezależnie od kierunku i prędkości przemieszczania głowicy kombajnu, realizowany jest za pomocą przemiennika częstotliwości współpracującego z silnikiem elektrycznym wciągarki łańcuchowej [3].



Rys.2. Wciągarka łańcuchowa WŁ-51 [2]



Rys.3. Układak przewodów mediów roboczych kompleksu MIKRUS [4]

2. Podstawowe parametry techniczne wciągarki WŁ-51

Wciągarkę łańcuchową układaka przewodów kompleksu ścianowego MIKRUS zaprojektowano w ścisłej zależności od parametrów ruchowych i charakteru pracy urządzenia urabiającego. Jej zabudowa na przenośniku oraz wyznaczona przestrzeń robocza narzuciły szereg wymagań dotyczących budowy i zasady działania urządzenia. W pierwszym etapie prac projektowych przeanalizowano wymagania, jakie powinno spełniać urządzenie, w tym:

- możliwość utrzymywania stałej siły naciągu układaka przewodów, przy pracy dwukierunkowej i zmiennej prędkości łańcucha w zakresie 0 do 13,5 m/min,
- przewidywana długość łańcucha ok. 250 m,
- pionowa zabudowa osi rolki napędowej,
- umiejscowienie silnika w układzie poziomym,
- zabudowanie rolki napędowej w gabarycie 250 mm,
- napęd koła łańcuchowego przekładnią stożkową,
- zastosowanie napędu przekładni silnikiem elektrycznym o mocy 13 kW (ok. 1500 obr/min synch. 50 Hz)
- zabudowę enkodera,
- pracę silnika przy sterowaniu momentowym,
- siłę uciągu wynikającą z mocy zainstalowanego silnika i wymaganej prędkości liniowej.

Na podstawie ww. wymagań oraz konsultacji z producentem i użytkownikiem urządzenia opracowano projekt wstępny wciągarki, a następnie wykonano dokumentację konstrukcyjną, na podstawie której FMIU OMAG Sp. z o.o. wyprodukował prototyp urządzenia. Podstawowe dane techniczne wciągarki łańcuchowej WŁ-51 są następujące:

- siła uciągu 51 [kN]

- prędkość przeciągania łańcucha 0÷15 [m/min]
- przełożenie przekładni 41,89
- maksymalny moment obrotowy na wejściu 85 [Nm]
- obroty silnika elektrycznego na wejściu 0÷1500 [min⁻¹]
- długość łańcucha 250 [m]
- rozpiętość łańcucha 125 [m]
- typ łańcucha 13x36 [mm]
- współczynnik bezpieczeństwa dla łańcucha $n \geq 5$
- wysokość konstrukcyjna przekładni 543 [mm]
- szerokość konstrukcyjna przekładni 505 [mm]
- masa wciągarki łańcuchowej (bez łańcucha i silnika elektrycznego) 375 [kg]
- masa całkowita 1325 [kg]

3. Przekładnia walcowo-stożkowa wciągarki łańcuchowej

Głównym zespołem wciągarki łańcuchowej jest przekładnia walcowo-stożkowa. W pierwszym etapie prac projektowych wykonano obliczenia weryfikujące parametry kinematyczne i wytrzymałościowe [6] w oparciu o schemat kinematyczny pokazany na rysunku 4.

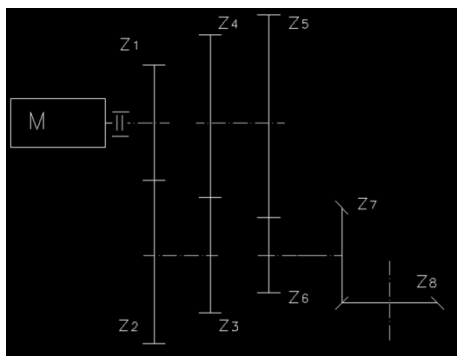
Do obliczeń przyjęto napędowe koło łańcuchowe 6-cio gniazdowe współpracujące z górniczym łańcuchem krótkoogniwowym typu 13x36 mm oraz następujące dane:

$r = 69,5$ mm – promień podziałowy łańcuchowego koła napędowego,

$n_s = 1460$ obr/min – obroty silnika elektrycznego,

$n \times p = 0,432$ m – długość łańcucha przypadająca na jeden obrót koła łańcuchowego,

$V_l = 15$ m/min - prędkość łańcucha,



Rys.4. Schemat kinematyczny przekładni walcowo-stożkowej [1]

Dla założonej prędkości łańcucha $V_t = 15$ m/min oraz liczby obrotów koła napędowego n_k :

$$n_k = \frac{V_t}{n \times p} \quad (1)$$

obliczono przełożenie całkowite i_c przekładni:

$$i_c = \frac{n_s}{n_k} = 42 \quad (2)$$

Zaprojektowana do wciągarki łańcuchowej przekładnia składa się z trzech stopni walcowych oraz jednego stopnia stożkowego o przełożeniu 1:1. Taki układ kół zębatych jest wynikiem analiz kinematycznych prowadzonych pod kątem jak najkorzystniejszej zabudowy urządzenia oraz spełniania wymagań odbiorcy.

Ostatecznie przyjęto wielkości modułów oraz szerokości poszczególnych wieńców zębatych ujęte w tabeli 1.

Wielkości modułów oraz szarości wieńców zębatych
[źródło: opracowanie własne]

Tabela 1

Stopień	I walcowy	II walcowy	III walcowy	IV stożkowy
Moduł	$m_{12} = 2$ mm	$m_{34} = 3$ mm	$m_{56} = 5$ mm	$m_8 = 12,5$ mm
Szerokość wieńca	$b_{12} = 20$ mm	$b_{34} = 45$ mm	$b_{56} = 45$ mm	$b_{78} = 36$ mm

Przyjęte wielkości kół zębatych oraz wyznaczone moduły poszczególnych stopni przekładni pozwoliły na wyznaczenie przełożenia całkowitego równego:

$$i_c = 41,89$$

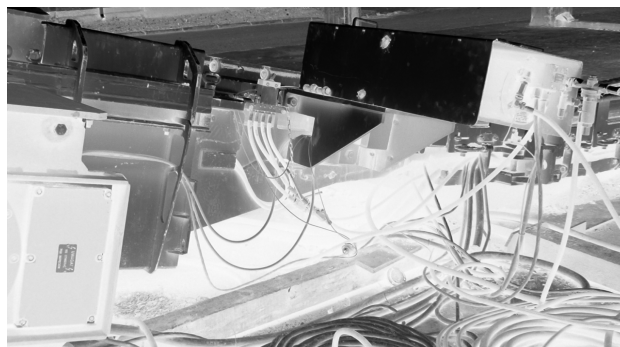
Po wykonaniu obliczeń i analiz kinematycznych możliwym było opracowanie postaci konstrukcyjnej przekładni oraz jej zabudowę we wciągarcie łańcuchowej.

4. Budowa i zasada działania wciągarki łańcuchowej WŁ-51

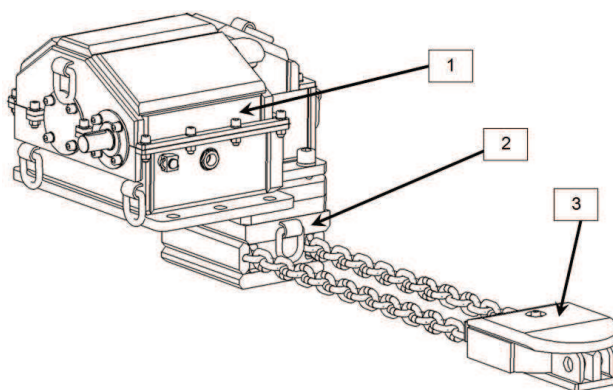
Opracowana przez ITG KOMAG wciągarka łańcuchowa WŁ-51 jest maszyną, która po zabudowaniu na przenośniku kompleksu ścianowego

(rys. 5) i połączeniu z układami przewodów spełnia swoją funkcję.

Sposób wykonania i użyte materiały umożliwiają stosowanie wciągarki w przestrzeniach niemetalowych i metalowych, w wyrobiskach zaliczonych do stopnia „a”, „b” lub „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu oraz w wyrobiskach zaliczonych do klasy „A” lub „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego. Wciągarka łańcuchowa WŁ-51 jest zakwalifikowana do urządzeń grupy I kategorii M2.



Rys.5. Wciągarka łańcuchowa zabudowana na przenośniku zgrzeblowym [1]



Rys.6. Wciągarka łańcuchowa – główne zespoły [1]



Rys.7. Przekładnia walcowo-stożkowa WS-42 [1]

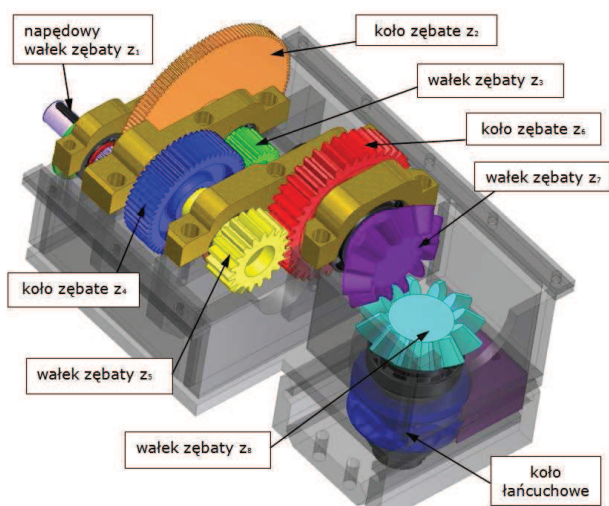
Wciągarka łańcuchowa WŁ-51 składa się z następujących zespołów (rys. 6):

- przekładni walcowo-stożkowej WS-42 (poz.1),
- zespołu koła napędowego (poz.2),
- zespołu napinania (poz.3).

Podstawowym zespołem wciągarki jest jej przekładnia walcowo-stożkowa WS-42 (rys. 7).

Przekładnia składa się z trzech stopni walcowych oraz jednego stopnia stożkowego. W przekładni walcowo-stożkowej moment obrotowy z silnika elektrycznego przekazywany jest poprzez sprzęgło elastyczne na napędowy wałek zębaty z_1 , a następnie na koło zębate z_2 osadzone na wałku zębatym z_3 , współpracującym z kołem zębatym z_4 osadzonym na wałku zębatym z_5 współpracującym z kołem zębatym z_6 . Koło zębate z_6 osadzone jest na wałku zębatym z_7 o zębach skośnych zazębiających się z wałkiem zębatym z_8 również o zębach skośnych (rys. 8).

W efekcie końcowym obrotu i moment obrotowy z silnika elektrycznego sterowanego enkoderem przekazywane są na koło łańcuchowe zabudowane w zespole napędowym.



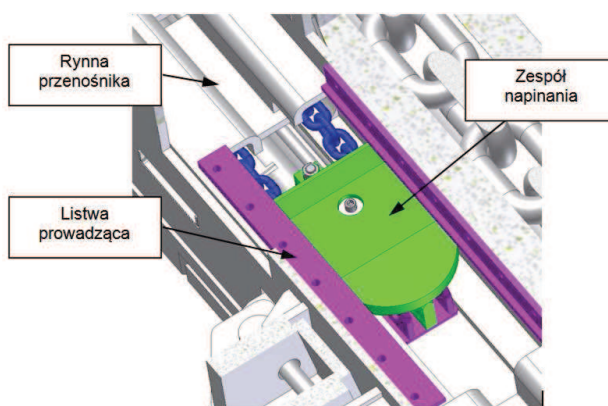
Rys.8. Koła i wałki zębate przekładni walcowo-stożkowej [1]

Zespół koła napędowego (rys. 9), połączony za pomocą sprzęgła z przekładnią WS-42, napędza łańcuch za pomocą sześciogniazdowego koła napędowego. Zabudowane w zespole napędowym wkładki umożliwiają zmianę kierunku prowadzenia łańcucha. Wałek łańcuchowego koła napędowego umożliwia zasprzęgnięcie go z wałkiem wyjściowym przekładni. W dolnej części zespołu napędowego przewidziano możliwość zabudowy enkodera.

Elementem roboczym wciągarki jest łańcuch krótkoogniowy typu f13x36 mm rozpięty w rynnie przenośnika zgrzeblowego pomiędzy kołem napędowym, a kołem zwrotnym zabudowanym w zespole napinania (rys. 10). Zespół napinania, oprócz prowadzenia łańcucha umożliwia również wybranie luzów wynikających z długości łańcucha.



Rys.9. Zespół łańcuchowego koła napędowego [1]



Rys.10. Zespół napinania [1]

5. Podsumowanie

Wieloletnia współpraca KOMAG-u z Zabrzeńskimi Zakładami Mechanicznymi S.A. (obecnie KOPEX MACHINERY S.A.) oraz Fabryką Maszyn i Urządzeń OMAG Sp. z o.o. zaowocowała między innymi opracowaniem i wdrożeniem wciągarki łańcuchowej WŁ-51 będącej jednym z elementów kompleksu ścianowego MIKRUS.

Głównym zadaniem przedmiotowej wciągarki jest utrzymywanie stałego napięcia i prowadzenia, za przemieszczającym się kombajnem ścianowym, przewodów doprowadzających media robocze. Realizowane jest to poprzez zastosowanie łańcucha rozpiętego pomiędzy kołem napędowym i zwrotnym wciągarki. Do łańcucha podłączono wózek jezdny układu przewodów. Zasadniczym zespołem wciągarki jest przekładnia walcowo-stożkowa o całkowitym przełożeniu $i_c=42$.

Opracowanie przekładni oraz kompletację wciągarki uwarunkowano wymaganiami odbiorcy (wymiały i lokalizacja zabudowy). W efekcie opracowanej przez ITG KOMAG dokumentacji konstrukcyjnej wyprodukowano i wdrożono dwa egzemplarze wciągarki zabudowanej w systemie MIKRUS.

Zastosowane w kompleksie sterowanie momentowe współpracujące z zabudowanym we wciągarkę enkoderem, zapewnia wymagane napięcie przewodów przechodzących przez układak oraz przemieszczanie ich niezależnie od kierunku ruchu kombajnu.

Literatura

1. Dokumentacja fotograficzna ITG KOMAG.
2. Dokumentacja techniczna nr W92.085 wciągarki łańcuchowej WŁ-51.
3. Dziura J.: Kompleks Mikrus – nowa technologia wybierania pokładów niskich. *Maszyny Górnicze* 2012, nr 3, str. 3-11.
4. Dziura J.: Kompleks Mikrus – nowa technologia wybierania pokładów niskich. *Napędy i Sterowanie* 2013 Rok XV, nr 1(165), str. 42-49.
5. Jaszczuk M.: Uwarunkowania rozwoju technologicznego ścianowych systemów mechanizacyjnych. *Maszyny Górnicze* 2007 nr 4 s. 61-65.
6. Ochęduszek K.: Koła zębate, Tom I, Konstrukcje, wyd. 5 uzupełnione, poprawione i uaktualnione, WNT Warszawa 1969.
7. Sikora W.: Scenariusz rozwoju technologii wydobywania węgla w warunkach utrudnień górniczych. *Maszyny Górnicze* 2007, nr 4, s. 44-51.

Artykuł wpłynął do redakcji w sierpniu 2013 r.