

## BEZEMISYJNY CIĄGNIK PODWIESZANY GAD-1 O NAPĘDZIE AKUMULATOROWYM

### 23.1 WSTĘP

Ciągnik kolejki podwieszanej zasilany jest z systemu baterii litowo-polimerowych, co uniezależnia go od zewnętrznych źródeł energii. Jest to rozwiązanie znane i sprawdzone w napędach samochodów hybrydowych, elektrycznych, spalinowo-elektrycznych, kładow, motolotni, jachtów natomiast w górnictwie baterie tego typu nie były dotąd stosowane.

Innowacyjne rozwiązanie ciągnika jest odpowiedzią na wymagania rygorystycznych norm bezpieczeństwa, które wymuszają na producentach maszyn i urzędach górniczych spełnienie wysokich wymagań dotyczących obniżenia: hałasu, zapylenia oraz wydzielania spalin i ciepła. Baterie litowo-polimerowe jakie zostały zastosowane w ciągniku kolejki podwieszanej w stosunku do standardowych cechują się:

- dużą odpornością na większą liczbę cykli rozładowań,
- niskim stopieniem samoczynnego rozładowania,
- wysoką gęstością energii – dzięki zastosowaniu opisywanego zestawu baterijnego z danej objętości baterii można uzyskać znacznie większą ilość energii w porównaniu z bateriami innego typu,
- możliwością uzyskania wysokiego napięcia nominalnego,
- odpornością na większą liczbę cykli ładowania niż dostępne baterie konkurencyjnych technologii,
- systemem BMS (*Battery Management System*), dzięki któremu możliwa jest szeroka kontrola nad działaniem baterii oraz zaprogramowanie jej najoptymalniejszej i bezpiecznej pracy,
- możliwość pracy baterii w szerokim zakresie temperatury dzięki zastosowaniu opatentowanego układu chłodzącego z mikro pompami ciepła.

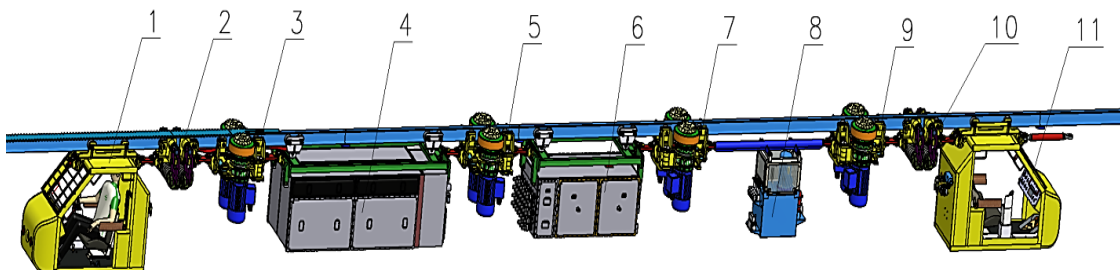
Zaletą tak zasilanego napędu jest jego bezemisyjność jeżeli chodzi o wydzielanie substancji szkodliwych dla człowieka. Jest to istotna przewaga napędu elektrycznego nad popularnym w polskich kopalniach napędem spalinowym.

W przypadku kolejki GAD-1 problem hałasu właściwie nie istnieje (rys. 23.1). Napęd w stosunku do spalinowych rozwiązań jest praktycznie bezgłośny. Niezwykle cicha praca ciągnika sprawia, że nazwa Gentle Accumulator Drive (GAD), jest jak najbardziej trafna.



Rys. 23.1 Kolejka podwieszana GAD-1

Ciągnik składa się z szeregu podzespołów połączonych ze sobą łącznikami zaopatrzonymi w przeguby kulowe. Poszczególne podzespoły powieszone są na wózkach nośnych. Poglądową budowę ciągnika pokazano na rys. 23.2.



Rys. 22.2 Poglądowa budowa ciągnika GAD-1

W zależności od zapotrzebowania na siłę pociągową, ciągnik można konfigurować w wersji z czterema, trzema lub dwoma napędami. Moduł baterii akumulatorów MB-1 poz. 4. zawiera ogniwa o łącznej maksymalnej energii 160 kWh. Zasilanie wózków napędowych i silnika układu hydraulicznego poz. 8. następuje poprzez moduł zasilająco-sterujący MZS-1 poz. 6.

Ciągnik GAD-1, może się poruszać po trasach podwieszonych ciernych, na bazie dwuteownika I155, już istniejących w kopalniach, bądź zamówionych do stosowania z ciągnikiem, które posiadają dopuszczenie do stosowania. W przypadku, konieczności używania napędu zębatkowego, wykorzystywana jest dedykowana trasa jezdna, której segmenty są wyposażone w dwustronną listwę zębatkową.

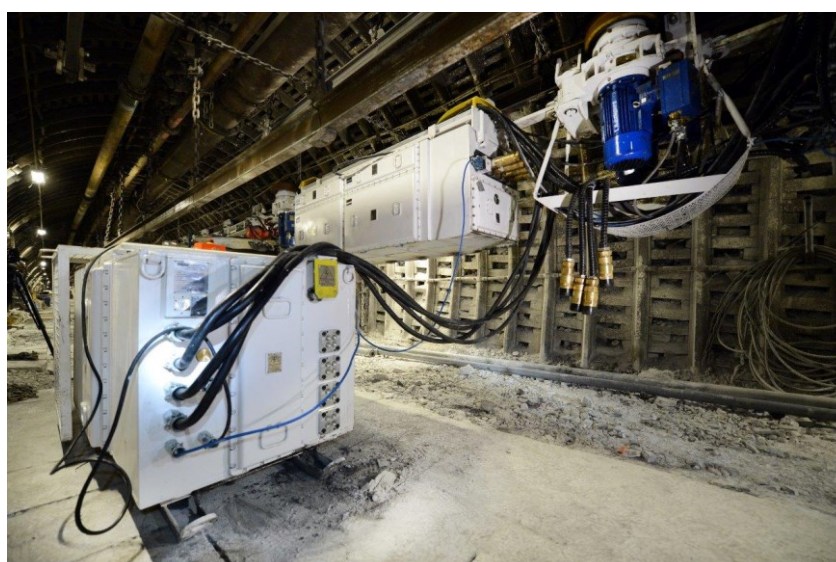
Parametry techniczne ciągnika GAD-1 przedstawiono w tabeli 23.1.

Tabela 23.1 Parametry techniczne podwieszonoego ciągnika akumulatorowego GAD-1

|    |                                |   |
|----|--------------------------------|---|
| 1. | Moc zainstalowana              | 86,4kW (8x10,8kW)   |
| 2. | Siła uciągu                    | 80 kN koła ciernie , 120 kN koła zębate                                     |
| 3. | Typ silnika                    | Silniki trójfazowe, synchroniczne, bezszczotkowe, z magnesami trwałymi      |
| 4. | Napięcie nominalne akumulatora | 265V DC   |
| 7. | Realizacja zasilania           | Zasilanie z baterii akumulatorowych litowo-polimerowych)                    |
| 8. | Sposób ładowania akumulatorów  | Ładowanie bez zrzucania modułu akumulatorów lub wymiana na moduł naładowany |
| 9. | Masa ciągnika                  | 12000 kg  |

Zastosowane w GAD-1 silniki cechują się wysoką sprawnością w porównaniu z tradycyjnymi silnikami indukcyjnymi. To od parametrów elektromagnetycznych i właściwości mechanicznych silnika elektrycznego zależy w stopniu decydującym, jak wydajny elektromechanicznie i jak sprawny energetycznie będzie napęd elektryczny oraz jak szeroki będzie zakres regulacji prędkości obrotowej.. Dzięki swym zaletom silniki te doskonale spełniają wszystkie wymagania stawiane silnikom przeznaczonym do wysokowydajnych napędów o prędkości regulowanej.

Do ładowania baterii akumulatorowych wykorzystywano specjalny moduł zasilający typu MŁ-1 (rys. 23.3). Moduł MŁ-1 przeznaczony jest do ładowania oraz doładowywania baterii akumulatorów podwieszonoego ciągnika akumulatorowego GAD-1. Moduł ładujący został skonstruowany i wykonany w taki sposób aby mógł pracować w podziemnych wyrobiskach górniczych, w pomieszczeniach ze stopniem „a”, „b” lub „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu oraz klas „A” lub „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.



Rys. 23.3 Moduł zasilający typu MŁ-1 w czasie ładowania

## 23.2 PODSUMOWANIE

Z uwagi na bezemisijną pracę, niski poziom wydzielanego ciepła oraz stosunkowo cichą pracę, proponowane rozwiązanie będzie bardzo konkurencyjne w stosunku do urządzeń z napędem spalinowym. Dzięki wyeliminowaniu emisji spalin zwiększy się komfort pracy załóg górniczych.

Dzięki zastosowaniu baterii litowo-polimerowych, nowoczesnego układu sterowania, silników górniczych z magnesami trwałymi, podwójnego systemu napędowego (cierny i zębatkowy) oraz zaangażowaniu wielu firm powstał ciągnik górniczy nowego typu produkcji firm Nafra Polska oraz Vacat. Ciągnik przeszedł pomyślnie badania certyfikujące i pracuje w wyrobiskach podziemnych kopalni w strefach zagrożonych wybuchem metanu i pyłu węglowego. Ciągnik GAD-1 oferuje szereg praktycznych rozwiązań, które zainteresowały na targach górnictwa przedstawicieli kopalń z różnych części świata:

- nie emituje spalin w środowisku kopalnianym (co poprawia warunki pracy pracowników w kopalniach wydobywczych oraz komfort zwiedzania w kopalniach zabytkowych),
- nie zakłóca pracy systemów bezpieczeństwa przeciwpożarowego w wyrobiskach podziemnych kopalń
- nie emituje ciepła w takim stopniu jak rozwiązania konkurencyjne,
- opisana w powyższym punkcie bezemisyjność (spalin, ciepła) skutkuje również zmniejszeniem potrzeb wentylacyjnych wyrobisk wydobywczych kopalń.
- stosunkowo bezgłośna praca napędu w porównaniu z odpowiednikami z napędem spalinowym,
- brak konieczności istnienia na kopalni infrastruktury do tankowania kolejek spalinowych olejem napędowym,
- koszt eksploatacji (koszt energii elektrycznej) jest kilkakrotnie niższy od kosztu eksploatacji (koszt paliwa) kolejek spalinowych.
- możliwy jest skuteczny zwrot energii do baterii podczas hamowania co poprawia ekonomiczność całego napędu, zastosowanie nowoczesnych baterii, które w stosunku do tradycyjnych akumulatorów kwasowych cechują się większą gęstością energii, dłuższą żywotnością oraz. możliwością ładowania baterii w dowolnym miejscu wyrobiska podziemnego.

## LITERATURA

1. Drwięga A., Budzyński Z., Polnik B., Czerniak D., Skupień K.: Akumulatorowy ciągnik podwieszany GAD-1 jako alternatywa rozwiązań z napędem spalinowym. KOMTECH 2011, ITG KOMAG, Gliwice 2011 s.77-84.
2. Skupień K., Mróz J., Krakowczyk B., Bernatt J., Dukalski P.: GAD-1 – podwieszony ciągnik górniczy nowej generacji. *Napędy i Sterowanie*, 2013

*Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2019*

*Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2019*

## BEZEMISYJNY CIĄGNIK PODWIESZANY GAD-1 O NAPĘDZIE AKUMULATOROWYM

**Streszczenie:** Wprowadzanie do eksploatacji w podziemiach kopalń węgla coraz większej liczby napędów spalinowych stwarza znaczny dyskomfort pracy załóg górniczych, związany ze stężeniem spalin i emitowanym ciepłem. Bezemisyjny ciągnik podwieszony GAD-1 o napędzie akumulatorowym, wyposażony w ogniwa najnowszej generacji, może stanowić korzystną alternatywę w odniesieniu do urządzeń transportowych o napędzie spalinowym.

**Słowa kluczowe:** bezemisyjny, akumulator, duża gęstość energii

## NO EMISSIONS GAD-1 SUSPENDED LOCOMOTIVE WITH ELECTRIC DRIVE

**Abstract:** Introduction of growing number of diesel drives to mine undergrounds creates a significant discomfort of work associated with concentration of exhaust gases and with generated heat. Emission-free GAD-1 suspended locomotive with electric drive, equipped with state-of-the-art batteries, can be an alternative design or can be a completion to diesel transportation machines.

**Key words:** no emissions, battery, high energy density

**inż. Bogusław Niedziela**

Firma VACAT Sp. z o.o.  
ul. Zebrzydowicka 117,  
44-217 Rybnik, Polska  
tel.: +48 695 243 666  
e-mail: b.niedziela@vacat.pl

**mgr inż. Tomasz Kasperek**

Firma VACAT Sp. z o.o.  
ul. Zebrzydowicka 117,  
44-217 Rybnik, Polska  
tel.: +48 601 614 666  
e-mail: d.kasperek@vacat.pl