

13

DOŚWIADCZENIA FIRMY BECKER-WARKOP Z WDRAŻANIA CIĄGNIKÓW AKUMULATOROWYCH

WSTĘP

Firma Becker-Warkop z ciągnikami akumulatorowymi swoją przygodę rozpoczęła około 4 lat temu. Pierwszy ciągnik manewrowy CMA-190 (rys. 1) został uruchomiony w kopalni węgla kamiennego w 2015 roku. Aktualnie ciągniki pracują w trzech kopalniach węgla kamiennego, a kolejne są w trakcie dostawy.



Rys. 1 Przykładowa konfiguracja ciągnika akumulatorowego CA-190

Nie tylko w Europie ale także na całym świecie duży nacisk jest położony na elektromobilność, IoT czy Przemysł 4.0. Grupa Becker jako lider tych technologii posiada swoje centra rozwojowe na większości kontynentów i ma w swoim portfolio rozwiązania, które są bezpośrednią odpowiedzią na konkretne potrzeby naszych klientów oraz światowych trendów.

OPIS ROZWIĄZANIA

Cała rodzina ciągników akumulatorowych typu CA-190/X/Y stanowi jednostkę napędową dla zespołów transportowych jednoszynowych kolejek podwieszonych stosowanych w transporcie elementów maszyn, materiałów oraz przewozu ludzi. Przeznaczona jest ona do pracy w podziemnych zakładach górniczych w polach nie-metanowych i metanowych, 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. Ciągniki mają poruszać się po torach o profilu I155 (I140E), I140V95 i I250 lub innych kompatybilnych dopuszczonego typu (np. tory jezdne typu BWTU-50/100, BWTU-50/120, BWTU-50/130) lub zgodnie z wymaganiami klienta. Nachylenie wzdłużne toru może wynosić do $\pm 30^\circ$.

Bardzo napiętnowany jest aktualnie temat ochrony środowiska. Dla nas osobście interesujące jest środowisko bezpośrednio nas otaczające, w którym żyjemy, pracujemy, odpoczywamy. Analogicznie jak na powierzchni, ciągniki akumulatorowe pod ziemią z uwagi na brak emisji spalin znacząco ograniczyły emisję substancji szkodliwych do powietrza. Sam akumulator posiada emisję węglowodorów na poziomie $< 7\text{ppm}$ co jest praktycznie pomijalne. W porównaniu z ciągnikami spalinowymi zdecydowanie został ograniczony również poziom emitowanego hałas, który dla ciągników spalinowych nie może przekraczać 95dB a ciągniki akumulatorowe mają go na poziomie znacząco niższym, również pomijalnym.

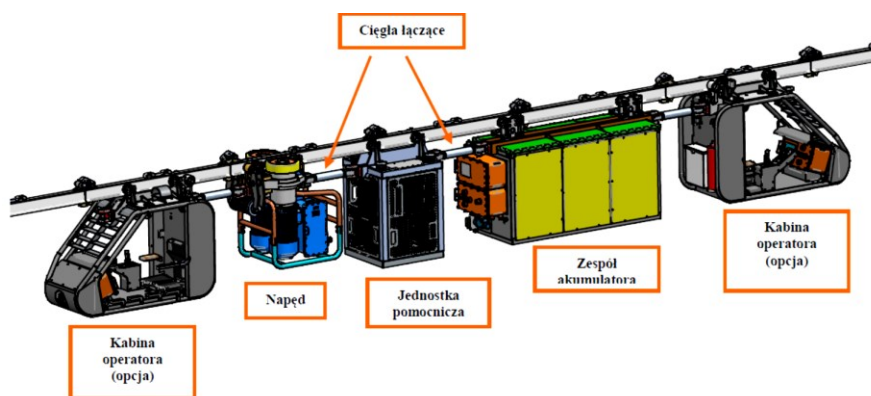
Dodatkowo poprzez brak emisji spalin ciągniki akumulatorowe praktycznie nie generują ciepła, co w podziemnych zakładach górniczych ma bardzo istotne znaczenie w szczególności w wyrobiskach ślepych, gdzie każdy dodatkowy stopień ciepła bezpośrednio wpływa na możliwość i komfort pracy górników oraz na koszt utrzymania tego wyrobiska. Tabela 1 przedstawia podstawowe parametry rodziny ciągników CA-190.

Aktualnie przy wprowadzaniu rozwiązań opartych o ciągniki akumulatorowe bardzo często są one porównywane do szeroko rozpowszechnionej technologii spalinowej. Wspólne cechy tych technologii to identyczna siła uciągu na jeden napęd. Przy rozwiązaniach akumulatorowych nie występują takie czynności jak wymiana olejów, filtrów itd. co w znacznym stopniu poprawia ekonomię użytkowania tego typu maszyn (OPEX) równoważąc większe nakłady inwestycyjne (CAPEX), które należy ponieść.

Na rysunku 2 została przedstawiona podstawowa budowa ciągnika CA-190/x/y. Może on występować bez kabin przy sterowaniu z pulpitu na przewodzie lub pulpitu radiowego oraz z kabinami operatora, które w znaczny sposób powiększają ergonomię jego pracy.

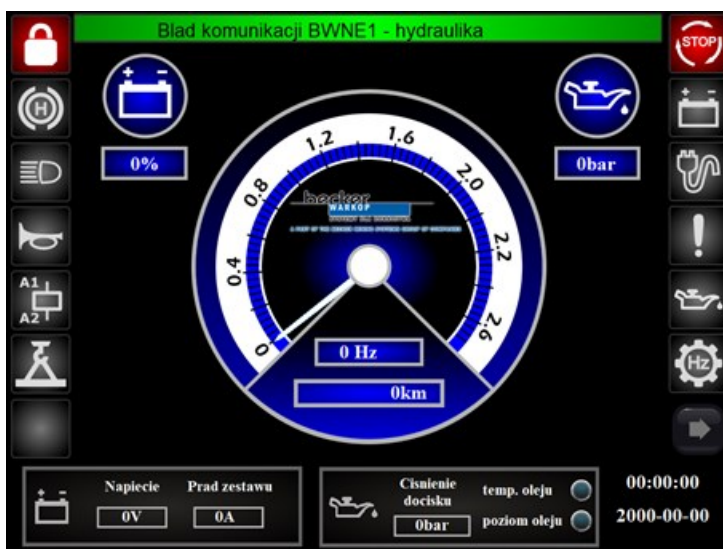
Tabela 1 Parametry techniczne typoszeregu CA-190

Parametr	Wartość	Parametr	Wartość
Znamionowa siła uciągu (nap. cierny)	Maks. 20 kN (1) Maks. 40 kN (2) Maks. 60 kN (3) Maks. 80 kN (4)	Znamionowe napięcie zasilania zespołu akumulatora	432 V DC
Maksymalna prędkość	2,0 m/s*	Znamionowe napięcie ładowania	440 V AC
Promień skrętu w poziomie	4 m	Pojemność zespołu (uot = 20°C)	190 Ah
Promień skrętu w pionie	8 m	Moc jedn. silnika napędowego	11kW
Statyczna siła hamowania minimum	1,5 × siła uciągu	Masa własna bez kabin (1, 2, 3, 4 napędy cierne)	5600 /7040/11710/1315 0 kg
Dopuszczalne nachylenie toru jezdneho	± 30°	Masa własna z kabinami (1, 2, 3, 4 napędy cierne)	6860/8300/12970/ 14410 kg
Wysokość x szerokość	1275 x 800 mm	Długość bez kabin operatora Długość (1 napęd cierny) Długość (2 napędy cierne) Długość (3 napędy cierne) Długość (4 napędy cierne)	5770mm 7290mm 11990mm 13520mm
Typ toru	I155(I140E), I140V95, I250 lub inne kompatybilne typu dopuszczonego	Długość z kabinami operatora Długość (1 napęd cierny) Długość (2 napędy cierne) Długość (3 napędy cierne) Długość (4 napędy cierne)	10570mm 12095mm 16600mm 18125mm



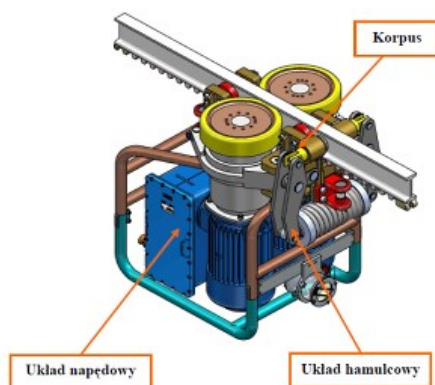
Rys. 2 Podstawowa konfiguracja ciągnika CA-190 wraz z opisem

Pełen podgląd/wizualizacja parametrów pracy kolejki jest zlokalizowany w kabinie operatora (jeżeli występuje) oraz na zespole akumulatora. Poniżej prezentujemy przykładowy wygląd głównej synoptyki (rysunek 3).



Rys. 3 Przykładowa synoptyka wizualizacyjna

Dzięki pełnej integracji silnika z falownikiem oraz zastosowanie połączeń wtyczkowych pomiędzy napędami możliwa jest bardzo szybka rekonfiguracja ilości napędów ciągnika dostosowana do aktualnych potrzeb. Na rysunku 4 zaprezentowany jest pojedynczy napęd.



Rys. 4 Napęd elektryczny CA-190

Kolejną bardzo ważną zaletą jest możliwość ładowania zespołu akumulatora BWZA w dowolnym miejscu gdzie jest zlokalizowany zespół transformatorowy BWZT. Nie ma potrzeby lokalizowania go w pomieszczeniach z wyodrębnioną wentylacją. Samo podłączenie do ładowania jest również zrealizowane poprzez zastosowane szybkozłącze (ognioszczelne) – to znacznie przyśpiesza sam proces podłączenia/odłączenia (rysunek 5). Przy elektromobilności bardzo istotnym parametrem jest czas ładowania oraz możliwość szybkiej wymiany akumulatora. Poniżej przed-

stawiamy przykładowe czasy ładowania w zależności od poziomu naładowania akumulatora:

- o Od 20% do 100% pojemności – ok. 8,0h
- o Od 40% do 100% pojemności – ok. 6,0h
- o Od 40% do 80% pojemności – ok. 2,0h

Dobłą praktyką w szczególnym przypadku gdy kolejna ma jechać bezpośrednio po doładowaniu na upad -15 do -30st załadowana obciążeniem, jest ładowanie maszyny do np. 80%. Ponieważ w trakcie jazdy w dół (praca generatorowa napędu) przy pierwszym przejeździe uzupełnimy rezerwę mocy. W przypadku pracy generatorowej i pełnym akumulatorze, można część mocy wytracić sterując belkami przez określony czas lub kolejka sama załączy agregat hydrauliczny aby część mocy wytracić.



Rys. 5 Szybkozłącza wykorzystane w CA-190

Istotną informacją jest fakt, iż zastosowane ogniwa w akumulatorze powinny być doładowywane jak najczęściej. Więc nawet podczas godzinowego czy półgodzinowego postoju maszyny gdzie zlokalizowana jest ładowarka dobrą praktyką jest podłączanie jej do ładowania, co w znacznym stopniu umożliwi zwiększenie wykorzystania maszyny.

Poniżej prezentujemy parametry techniczne oraz wygląd ładowarki (rysunek 6) typu BWZT.



Rys. 6 Zespół transformatorowy BWZT, "ładowarka" ciągnika CA-190

Podstawowe parametry zespołu transformatorowego BWZT:

- napięcie górnej strony transformatora przełączalne – 500/1000V
- napięcie dolnej strony transformatora – 440V
- moc znamionowa transformatora – 33kVA

- ilość odpyływów – 1 lub więcej

Ciągnik akumulatorowy jest nie tylko ładowany na postoju – energia w trakcie hamowania/jazdy po upadzie jest przekształcana w energię elektryczną gromadzoną w akumulatorze kolejki – w skrócie mamy tutaj zwrot energii do akumulatora.

Innowacyjnym rozwiązaniem znanym z ciągników podwieszonych spalinyowych jest tzw. mobilne oświetlenie, które umożliwia zastąpienie oświetlenia stacjonarnego dworców osobowych i materiałowych, poprzez korzystanie z lamp zabudowanych na kabinach osobowych oraz zestawach transportowych. Zastosowanie tej technologii oświetlenia oraz możliwość jego wykorzystania nie tylko na stacjach a na długości całej trasy przejazdu kolejki w znaczącym stopniu podnosi bezpieczeństwo jak i efektywność ekonomiczną i energetyczną zakładu górniczego. Rozwiązanie to jest chronione patentem.

Standardowe stacjonarne oświetlenie stacji materiałowo-osobowych wymaga ciągłego przebudowywania wraz z postępem robót. Dodatkowym aspektem przemawiającym za mobilnym oświetleniem jest fakt, że po zabudowie stacjonarnego oświetlenia pracuje ono cały czas, a nie tylko wtedy kiedy jest faktycznie potrzebne, co jest przyczyną generowania zwiększonych kosztów za energię jak i zużycie lamp oświetleniowych.

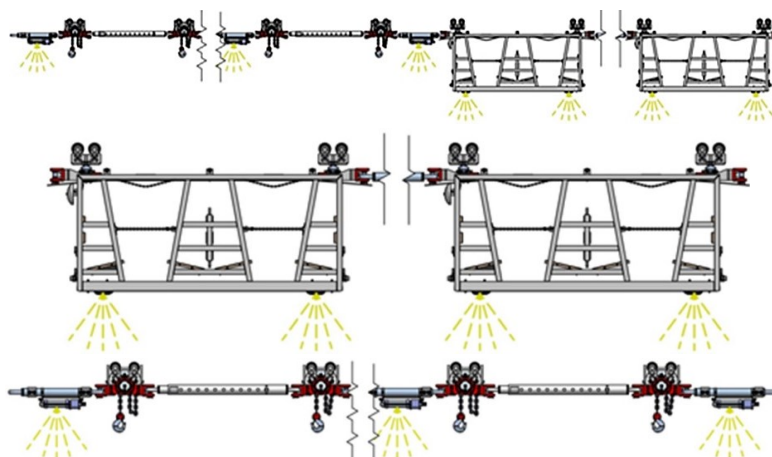
Stosowanie mobilnego oświetlenia kolejek podwieszonych z własnym napędem, eliminuje stosowanie urządzeń elektrycznych i linii je zasilających ze stacjonarnych wyrobisk zagrożonych wybuchem i tym samym podnosi poziom bezpieczeństwa przeciwybuchowego.

Do uzyskania funkcjonalności mobilnego oświetlenia dla kolejki podwieszonej wymagane są urządzenia takie jak:

- układu zasilania oświetlenia dodatkowego,
- lamp typu ŚWIT-14/MOD [4] (oświetlenie stacji osobowych) oraz lamp typu OLR-1-18/MOD [5] (oświetlenie stacje materiałowe),
- kaset sterowniczych typu KS-01/1/5 w kabinach,
- ognioszczelne złącza serii PC220.

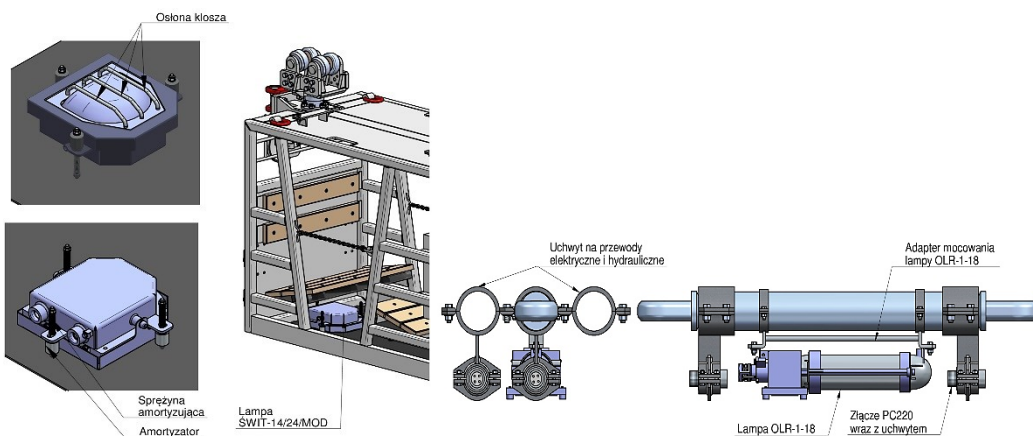
Dzięki tym urządzeniom jest możliwe wprowadzenie zmian do układu zasilania maszyny dzięki któremu uzyskujemy efekt przedstawiony na rysunku 7.

Pozostałe elementy mobilnego oświetlenia mogą być zabudowywane w kabinach do tego przystosowanych i posiadających stosowne dopuszczenia Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego np. w kabinach osobowych typu UiK KO-8-A, w kabinach osobowo-sanitarnych typu UiK KOS-A lub też zabudowane na dedykowanych adapterach służących do zawieszenia lamp oświetlających, zestaw transportowy na cięgłach łączących.



Rys. 7 Przykładowa zabudowa oświetlenia na kabinach osobowych oraz zestawach transportowych

Na rysunku 8 została przedstawiona przykładowa zabudowa lamp typu SWIT do kabin osobowych.

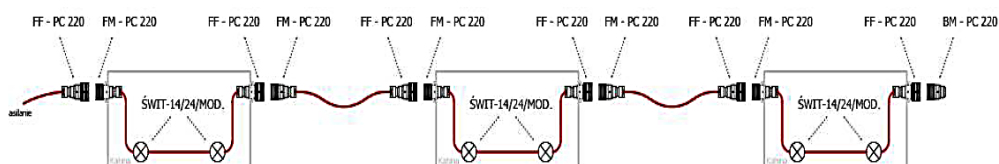


Rys. 8 Przykładowa zabudowa lamp typu SWIT w kabinie osobowej oraz lampy OLR na zestawie transportowym

Lampy z uwagi na ich miejsce zabudowy muszą być odpowiednio przymocowane do kabiny uwzględniając ich gabaryty. Umieszczenie lamp w kabinach osobowych jest wynikiem wielu miesięcy prac i badań parametrów oświetlenia. Kolejnym istotnym aspektem są drgania które są eliminowane w dużym stopniu poprzez amortyzatory. Dzięki zastosowaniu sprężyn uzyskuje się efekt chowania lamp w kabinie w chwili jej stykania się ze spągiem, który to w połączeniu z metalową osłoną klosza z metalowych prętów lamp skutkuje zwiększeniem odporności na uszkodzenia mechaniczne.

W przypadku lamp stosowanych na zestawach transportowych bardzo istotną kwestią jest samo umieszczenie lampy pod ciągiem tak aby emitowane światło nie było ograniczane transportowanym ładunkiem oraz przewodami hydraulicznymi i elektrycznymi. Dodatkowo należy stosować specjalne obejmy do podtrzymania szybkozłącz typu PC220 umożliwiających szybką rekonfigurację zestawów. Dodatkowo przewód zasilający lampy powinien być prowadzony poprzez wyznaczone do tego zadania obejmy na przewody hydrauliczne i elektryczne. Przykładowe rozwiązanie zostało zademonstrowane na rysunku 8.

Zestawy pomiędzy sobą, jak i z częścią silnikową są podłączone poprzez szybkozłącza serii PC 220. Na rysunku 9 przedstawiono przykładową konfigurację ciągnika do transportu ludzi wyposażonego w system złączy serii PC220.



Rys. 9 Przykładowe elektryczne podłączenie oświetlenia pomiędzy kabinami

Dopuszcza się możliwość wykonywania połączeń między kabinami, zestawami transportowymi przy pomocy połączeń przewodów – wpust kablowy lampy, co wpływa na obniżenie kosztów samej instalacji z zachowaniem pełnej możliwości konfiguracji.

PODSUMOWANIE

Powyżej przedstawione, proste, a zarazem innowacyjne rozwiązanie proponowane przez firmę Becker-Warkop zostało opracowane jako rozwiązanie wynikające z konkretnych potrzeb naszych klientów oraz trendów technicznych. Daje ono korzyści technologiczne i ekonomiczne w obszarze napędów elektrycznych jak i oświetlenia stacji osobowych i materiałowych. Poprawione zostało również bezpieczeństwo załogi pracującej na trasie kolejki podwieszanej w momencie szczególnego zagrożenia, czyli podczas przejazdu składu, jak i komfort pracy w otaczającym środowisku. Jest to jeden z przykładów współpracy firmy Becker-Warkop z naszymi klientami, którzy są dla nas inspiracją oraz partnerem.

LITERATURA

1. Aneks nr 6 do Instrukcji (DTR) ciągnika podwieszanego typu KP-95 – dotyczy mobilnego oświetlenia stacji osobowych i materiałowych
2. Karta katalogowa mobilnego oświetlenia
3. Aneks nr 6 Instrukcji obsługi (DTR) ciągnika podwieszanego typu KP-148 mobilnego oświetlenia stacji kolejki KP-148 dotyczy mobilnego oświetlenia stacji osobowych i materiałowych
4. Instrukcja obsługi lampy typu ŚWIT-14/MOD firmy Elektrometal S.A.

5. Instrukcja obsługi lampy typu OLR-1-18/MOD firmy Elektrometal S.A.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.2018

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2018

DOŚWIADCZENIA FIRMY BECKER-WARKOP Z WDRAŻANIA CIĄGNIKÓW AKUMULATOROWYCH

Streszczenie: *W artykule autorzy przedstawiają doświadczenia z wdrożenia opracowanej przez firmę Becker-Warkop sp. z o.o. rodziny ciągników akumulatorowych wraz z innowacyjną technologią mobilnego oświetlenia stacji osobowych i materiałowych wraz z trasą podczas przejazdu. W ramach referatu zostało przedstawione rozwiązanie techniczne wraz z jego możliwościami konfiguracyjnymi oraz doświadczenia z wdrożeń.*

Słowa kluczowe: *mobilne oświetlenie, kolejki podwieszane z napędem własnym, doświadczenia, praktyki, kolejki akumulatorowe*

BECKER-WARKOP EXPERIENCE FROM THE IMPLEMENTATION OF BATTERY MONORAILS

Abstract: *In the article the authors present their experience with the implementation of the battery monorail CA-190 developed by Becker-Warkop sp. z o.o. together with the innovative technology of mobile lighting of passenger and material stations together with the route during the journey. The paper presented a technical solution with its configuration capabilities and experience from implementations.*

Key words: *mobile lighting, monorail, experience, internships, battery monorail*

inż. Tomasz Budniok

Becker-Warkop Sp. z o.o.
Przemysłowa 11, 44-266 Świerklany, Polska

mgr inż. Jan Lubryka

Becker-Warkop Sp. z o.o.
Przemysłowa 11, 44-266 Świerklany, Polska
e-mail: j.lubryka@becker-mining.com.pl

inż. Leszek Żyrek

Becker-Warkop Sp. z o.o.
Przemysłowa 11, 44-266 Świerklany, Polska

dr inż. Zygmunt Łukaszczyk

Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania, Administracji
i Logistyki
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, Polska