


Innowacyjny typoszereg ognioszczelnych baterii litowo-jonowych typu SBS-4Lion do zasilania lokomotyw akumulatorowych w podziemnych zakładach górniczych o energii zmagazynowanej 105 kWh i 150 kWh

Alojzy Kuczera, Jarosław Kuczera, Rafał Smuga, Jarosław Mrozek, Łukasz Grzonka

Wprowadzenie

W podziemnych zakładach górniczych w transporcie poziomym stosowane są lokomotywy akumulatorowe oraz z napędem Diesla. W ostatnich latach wprowadzono do transportu lokomotywy spalinowe Diesla, co na obecną chwilę okazało się z kilku względów fiaskiem: duże spalanie oleju napędowego, mała trwałość silników oraz zanieczyszczenie powietrza w wyrobiskach kopalnianych. W obecnej chwili z punktu widzenia ekonomicznego oraz ekologicznego bardziej efektywne są lokomotywy akumulatorowe. W oparciu o powyższe Firma P.H.P.U. „Izol-Plast” Sp. z o.o. zrealizowała projekt dofinansowany ze środków UE, opracowując i realizując fizycznie projekt wymienionego w tytule artykułu typoszeregu baterii typu SBS-4Lion o pojemności energetycznej 105 kWh i 150 kWh.

 **Introduction:** Battery and diesel locomotives are used in horizontal transport in Polish underground mining plants. At the moment, diesel locomotives have proved to be economically expensive: high diesel fuel consumption, low durability of drive engines and pollution of the workings atmosphere. Battery locomotives have become more economical and ecological again. Based on the above, the P.H.P.U. „Izol-Plast” Sp. z o.o. company implemented a project co-financed by the EU, developing and implementing a physically innovative solution for a series of battery type SBS-4Lion in lithium-ion technology with a capacity of 105 kWh and 150 kWh.



Rys. 1. Bateria typu SBS-4Lion/2G-150 kWh

1. Przeznaczenie i budowa baterii typu SBS-4Lion

Baterie typu SBS-4Lion przeznaczone są do zasilania lokomotyw akumulatorowych typu Lea-BM12 oraz ELA-44-1/2/3. Mogą być również wykorzystywane do zasilania innych maszyn w podziemnych zakładach górniczych.

Obudowa baterii jest w wykonaniu ognioszczelnym w postaci prostopadłościanu podzielonego na komory. Komory podzielone są 4 rzędami rur przelotowych, służących do chłodzenia pasywnego ogniw baterii. W komorach zabudowano ogniwa o pojemności 1000 Ah dla baterii 150 kWh, natomiast dla baterii 105 kWh również ogniwa o pojemności 700 Ah.

W jednej z komór zabudowano kontroler baterii nadzorujący pracę baterii w czasie ładowania, jak i w trakcie jej eksploatacji. KONTROLER spełnia następujące funkcje:

- nie dopuszcza do przeladowania oraz zbyt głębokiego rozładowania ogniw;
- w trakcie ładowania nadzoruje równomiernie ładowanie ogniw;
- kontroluje temperaturę ogniw;
- mierzy w czasie rzeczywistym napięcia na baterii oraz prąd ładowania/rozładowania;
- odcina zasilanie ładowania baterii lub jej eksploatację w stacjach awaryjnych oraz w przypadkach zamierzonych przez operatora baterii poprzez zewnętrzne przyciski sterownicze;
- obwód iskrobezpieczny nadzorujący ładowanie baterii czuwa nad właściwym włączaniem wtyczek baterii do gniazd baterii, jak i prostownika ładującego, jak również przerywa ładowanie w przypadku naruszenia odłącznika gniazd przyłączowych lub poszczególnych wtyczki.

Do połączenia baterii z prostownikiem ładującym oraz z lokomotywą zostało zaprojektowane specjalne gniazdo wtykowe typu OGB-500 wyposażone w odłącznik prądu oraz zespół styków pracujących w obwodzie iskrobezpiecznym, nadzorującym proces ładowania z prostownika.

Wtyczka gniazda przyłączeniowego jest kompatybilna z wtyczkami dotychczas pracującymi na lokomotywach Lea-BM12 oraz ELA-44/1/2/3.

Aby lokomotywę przystosować do współpracy z baterią typu SBS-4Lion, wyposażoną w gniazda OGB-500 we wtyczkach gniazd A+ i B-, muszą zostać wymienione bezpieczniki zabezpieczające z bezpiecznika BPS-350 na BPS-350/II.

2. Prostownik OPB-500

Do ładowania baterii typu SBS-4Lion dedykowany jest przez P.H.P.U. „Izol-Plast” Sp. z o.o. prostownik w wykonaniu ognioszczelnym typu OPB-500, z chłodzeniem pasywnym i wymuszonym obudowy ognioszczelnej. Prostownik zasilany musi być z sieci IT 3 × 500 V z wyłącznika kopalnianego.

Parametry prostownika:

- zasilanie – 3 × 500 V;
- moc – 50 kW;
- prąd ład. max. – 350 A;
- masa – 550 kg;
- poziom hałasu – 50 db;
- chłodzenie pasywne + wymuszone płynem chłodzącym (Borygo).

3. Ładowanie baterii

Ładowanie baterii typu SBS-4Lion dokonywane będzie z dedykowanego przez producenta prostownika typu OPB-500.

Ładowanie baterii może być wykonywane na lokomotywie w dowolnym wyrobisku z transportem kołowym zaliczonym do stopnia a, b, c zagrożenia wybuchem metanu oraz stopnia A i B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.

Stanowisko do ładowania baterii typu SBS-4Lion powinno być wyposażone w:

- wyłącznik kopalniany ognioszczelny zasilany z sieci IT 500 V i prądzie 100 A;
- prostownik ognioszczelny OPB-500;
- wciągnik na szynie poprzecznej do osi wyrobiska o udźwigu 6 t zasilany elektrycznie lub sprężonym powietrzem;
- stanowisko dla odstawienia baterii w czasie kontroli i serwisu podwozia lokomotywy;
- doprowadzoną sieć SUPO do wyłącznika i prostownika;
- w czasie ładowania baterii typu SBS-4Lion obudowa baterii musi zostać uziemiona do kopalnianej sieci SUPO.

4. Eksploatacja baterii

Baterie typu SBS-4Lion są bateriami bezobsługowymi. Ogniwa baterii są całkowicie szczelne, nie posiadają żadnych korków wlewowych ani zaworów upustowych. W czasie eksploatacji, jak również ładowania z ogniw nie wydzielają się żadne gazy.

Baterie w trakcie eksploatacji powinny być okresowo sprawdzane na okoliczność właściwego dokręcania łączników międzyogniwowych. Kontrola powinna być wykonywana najlepiej przez firmę specjalistyczną, np. co 6 miesięcy. Całość pracy baterii w czasie eksploatacji oraz ładowania nadzoruje zabudowany w obudowie ognioszczelnej KONTROLER.

5. Efekty ekonomiczne i ekologiczne

Zastosowanie w lokomotywach akumulatorowych wymienionych w punkcie 1 da zakładom górniczym następujące efekty:

- pozwoli na prawie bezobsługową eksploatację baterii, w związku z tym, że ogniwa w technologii *li-ion* są całkowicie bezobsługowe. Do ogniw nie dolewa się żadnych elektrolitów ani wody demineralizowanej. Ogniwa nie wydzielają żadnych gazów;
- pozwoli dla każdej lokomotywy zastosować tylko 1 baterię *li-ion*. Nie jest potrzebna rezerwowa. W trakcie eksploatacji w każdej chwili można baterię doładować w czasie krótkich okresów przerwy np. na międzymianie;
- silniki elektryczne są proste w budowie, o długim okresie eksploatacji, szczególnie gdy chodzi o lokomotywę ELA-44, gdzie zostały zastosowane najbardziej niezawodne 3-fazowe silniki asynchroniczne;
- pozwoli zrezygnować z obsługi ładowni akumulatorów, która ze względu na szkodliwą atmosferę pracuje w skróconym czasie;
- przy budowie nowych poziomów wydobywczych pozwoli zrezygnować z konieczności budowy bardzo kosztownych pomieszczeń ładowni akumulatorów;
- zmniejszy koszty remontów baterii akumulatorowych, ponieważ baterie *li-ion* mają co najmniej 5-krotnie wyższą dopuszczalną liczbę cykli pracy.

6. Drugie życie baterii *li-ion*

Jak już wyżej podano, baterie *li-ion* posiadają około 5-krotnie wyższą liczbę cykli pracy niż baterie klasyczne z elektrolitem lub żelowe.

Baterie *li-ion* po 10-letniej eksploatacji zachowują jeszcze 70% pojemności.

W związku z tym ogniwa wyeksploatowanej baterii mogą uzyskać tzw. drugie życie.

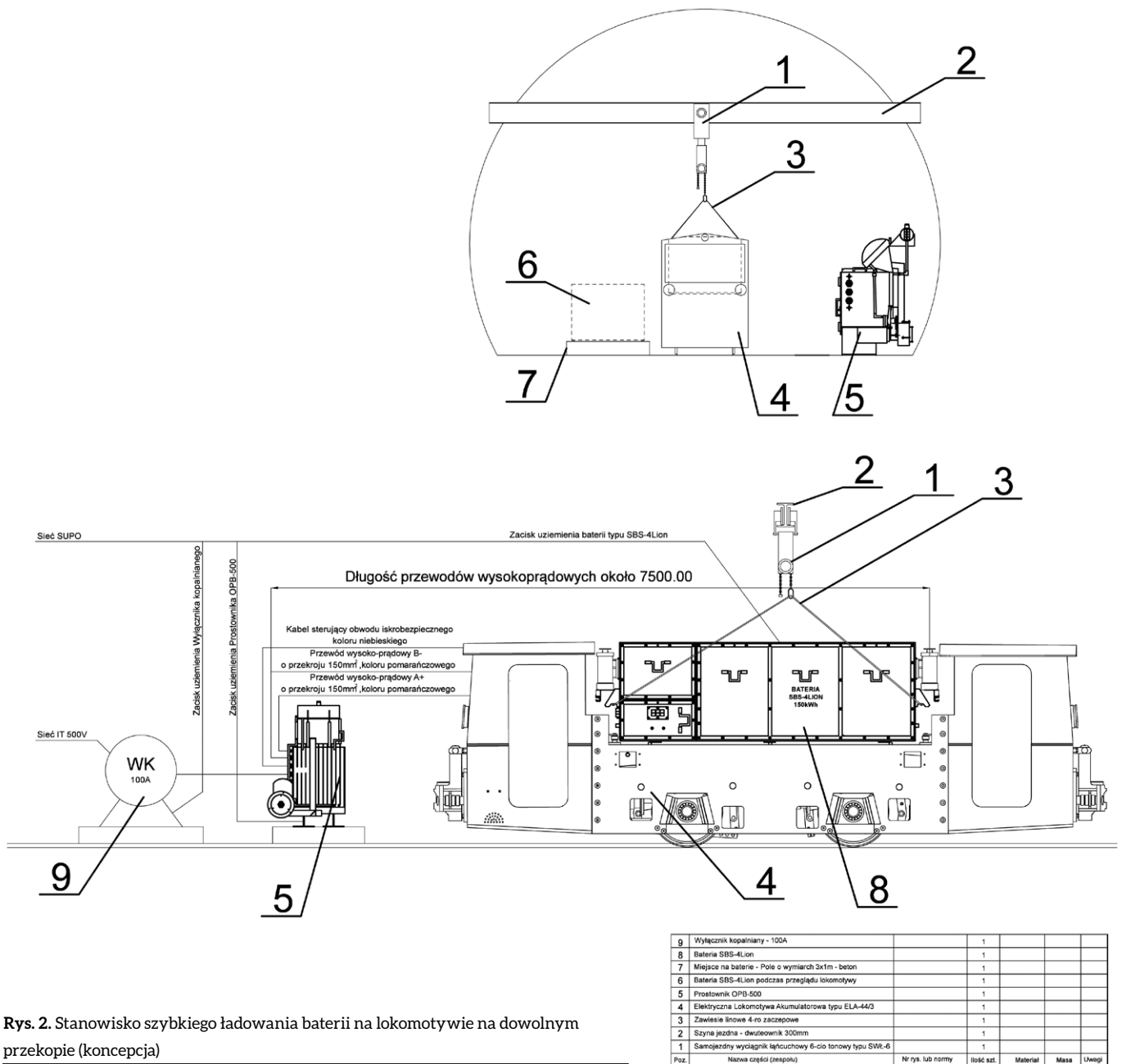
Mogą zostać wykorzystane do budowy magazynów energii, np. w szeroko pojętych instalacjach fotowoltaicznych, gdzie mogą służyć kolejne 10 lat.

7. Utylizacja ogniw *li-ion*

Wyeksploatowane ogniwa baterii *li-ion* mogą być również utylizowane. Producent baterii *li-ion* dla górnictwa Firma P.H.P.U. „Izol-Plast” Sp. z o.o. może przyjąć zużyte ogniwa do utylizacji, ponieważ zna na terenie kraju firmy, które tym się zajmują, ale na obecnym etapie nie wybrała jeszcze konkretnego odbiorcy. W trakcie utylizacji uzyskuje się recykling w wysokości 80% wykorzystanych do produkcji materiałów, a głównie kobaltu, niklu i litu. Wymienione metale posiadają obecnie na rynkach światowych wysokie ceny, w związku z zapotrzebowaniem ich do stale rosnącej produkcji baterii *li-ion*.

8. Podsumowanie projektu

Firma P.H.P.U. „Izol-Plast” Sp. z o.o. w trakcie opracowywania i wdrożenia produkcji typoszeregu baterii *li-ion* w obudowach ognioszczelnych posiada technologię budowy dowolnych baterii, które mogą być stosowane w innych gałęziach przemysłu,



Rys. 2. Stanowisko szybkiego ładowania baterii na lokomotywie na dowolnym przekopie (koncepcja)

transportu, w instalacjach szeroko pojętego magazynowania energii. Stosownie do powyższego, zainteresowanych zachęcamy do współpracy.

Literatura

- [1] POLNIK B.: *Rozwój układów napędowych Górniczych Lokomotyw Akumulatorowych*. „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe”, 1/2016.
- [2] PHPU „Izol-Plast” Sp. z o.o. Rogów – Dokumentacja techniczna Typoszeręgu ognioszczelnych baterii litowo-jonowych typu SBS-4Liion o pojemności energetycznej 105 kWh i 150 kWh.
- [3] Opis patentowy – Ognioszczelna przeciwybuchowa skrzynia baterii akumulatorowej do zasilania górniczej lokomotywy akumulatorowej.
- [4] Opis patentowy – Zespół ognioszczelnego gniazda bezpiecznikowego typu OGB-500 wraz z wtyczką przyłączeniową.

- [5] Opis patentowy – Pasywno-wymuszone chłodzenie obudów ognioszczelnych dla podziemnych zakładów górniczych.
- [6] Opis patentowy – Eksploatacja lokomotyw akumulatorowych w transporcie poziomym bez ładowni baterii akumulatorowych.
- [7] Li-ion Battery – Raport badania ogni w normy EN-62133-2:2017.
- [8] IGLIŃSKI H.: *Drugie życie baterii samochodów elektrycznych*. http://www.flota.com.pl/we_flocie/4420/drugie-zycie-baterii-samochodow-elektrycznych.html.
- [9] Stena Recycling – Projekt badawczy: Recykling akumulatorów litowo-jonowych.

✉ Alojzy Kuczera, Jarosław Kuczera, Rafał Smuga, Jarosław Mrozek, Łukasz Grzonka