

Propozycja układu napędowego dla krajowych autobusów szynowych do ruchu regionalnego

Praca poświęcona jest układom napędowym stosowanym w autobusach szynowych do ruchu regionalnego. Zaprezentowano w nim schematycznie układy napędowe stosowane w autobusach szynowych krajowych i zagranicznych. Skoncentrowano się na układach napędowych prostych i tanich, które w przyszłości mogą mieć szanse zastosowania w lekkich pojazdach szynowych kursujących po liniach wydzielonych.

1. Wstęp

Układ napędowy autobusu to zespół urządzeń, który służy do przeniesienia momentu obrotowego na osie napędne. W skład układu (w różnych konfiguracjach) wchodzi następujące urządzenia: silniki spalinowe, przekładnie główne, przekładnie osiowe, wały napędne, prądnice, odbieraki prądu, silniki elektryczne, itd. [2].

Konfiguracja układu napędowego powinna uwzględnić następujące zalecenia wyjściowe:

- rodzaj traktacji,
- sposób sterowania,
- prędkość maksymalna i eksploatacyjna,
- masa własna,
- warunki eksploatacji,
- konfiguracja nadwozia.

W zależności od konfiguracji układu napędowego najczęściej eksploatowane są następujące autobusy szynowe (zwane lekkimi pojazdami trakcyjnymi) do obsługi przewozów pasażerskich na liniach regionalnych:

- z napędem spalinowym i przekładnią hydrauliczną (hydrodynamiczną),
- z napędem spalinowo-elektrycznym i przekładnią elektryczną,
- z napędem elektrycznym.

Dalsza część pracy poświęcona jest przeglądowi układów, które znalazły zastosowanie w autobusach szynowych produkcji krajowej i zagranicznej oraz dyskusyjnej koncepcji zastosowania układów prostych i tanich.

2. Przegląd stosowanych układów napędowych w autobusach szynowych

W kraju i za granicą jest eksploatowanych wiele autobusów szynowych z następującymi układami napędowymi:

1. spalinowym:
 - a) z wykorzystaniem przekładni głównej hydraulicznej lub hydromechanicznej,
 - b) z wykorzystaniem silników trakcyjnych
2. elektrycznym,
3. mieszanym (hybryda spalinowo-elektryczna).

Pierwszy z układów, a w zasadzie jego wariant 1a, jest układem najbardziej rozpowszechnionym. W układzie tym silnik spalinowy, najczęściej w wykonaniu „leżącym” (poziomy lub widlasty układ cylindrów) poprzez przekładnię hydrauliczną lub hydromechaniczną napędza zestaw lub zestawy kołowe, na których jest zabudowana przekładnia osiowa mechaniczna, najczęściej nawrotna.

Schematycznie układ ten przedstawiony na rysunku 1 został zastosowany we wszystkich autobusach krajowych produkowanych przez KZM „Kolzam” Racibórz, PZNTK Poznań i Pojazdy Szynowe „Pesa” Bydgoszcz (np. S.A. 101/121, S.A. 104/122, S.A. 105, S.A. 106, S.A. 107, S.A. 211, S.A. 212, S.A. 213, S.A. 214) [2] oraz w większości autobusów zagranicznych np. Regio-Sprinter, Talent, LVT, LINT, Regio – Shuttle. [5].



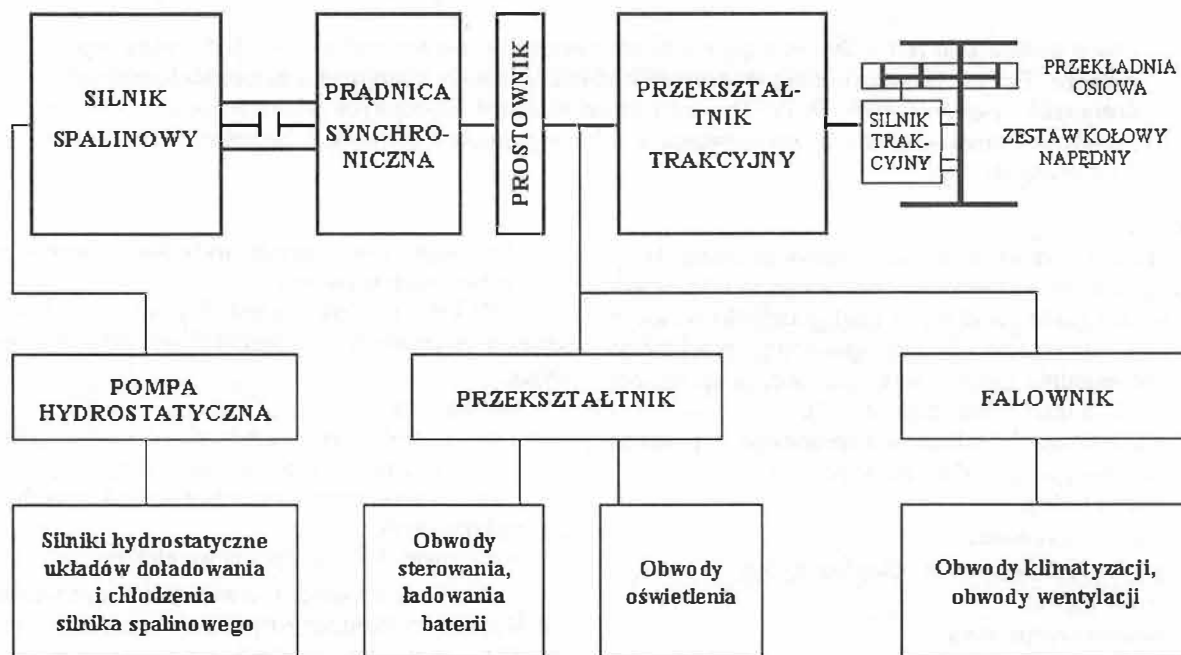
Rys.1. Schemat układu napędowego z wykorzystaniem przekładni głównej hydraulicznej lub hydromechanicznej

Wariant 1b układu pierwszego składa się z silnika spalinowego, prądnicy synchronicznej, zespołu przekształcającego oraz silników asynchronicznych z przekładnią osiową, zabudowanych na wózku lub nadwoziu. Ogólny schemat układu zaprezentowano na rysunku 2. Znany jest on przede wszystkim w napędach lokomotyw spalinowych z przekładnią elektryczną.

Układ ten może być również stosowany do wyższych (powyżej 140 km/h) prędkości jazdy [4].

W świecie rozwiązania z napędem elektrycznym stosowane są w autobusach szynowych GT W 2/8, Itino, ABE 4/8 [4].

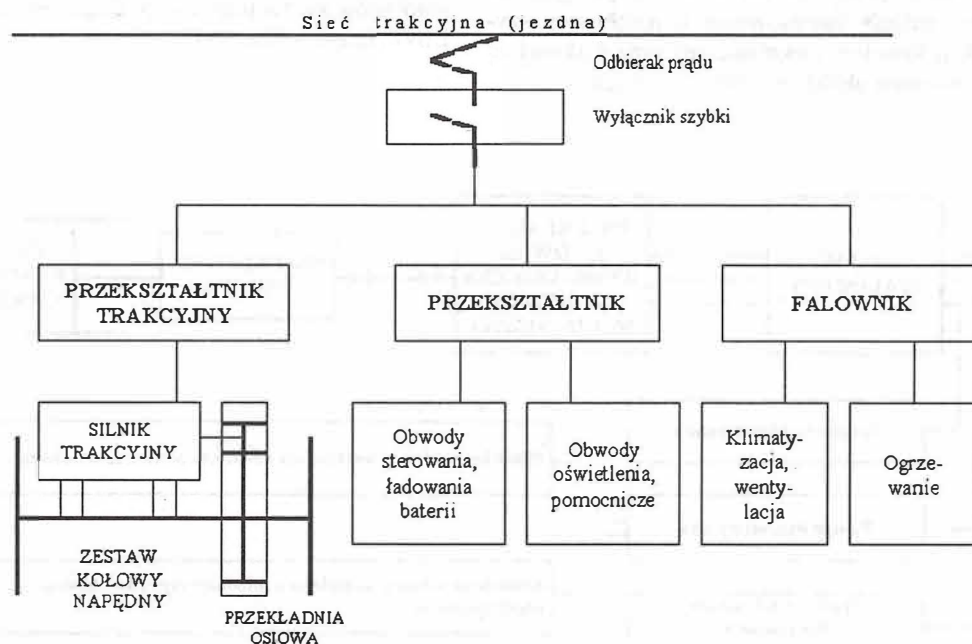
Trzeci układ to układ napędu mieszanego (hybryda spalinowo-elektryczna), którego schemat przedstawiono na rys.4.



Rys.2. Schemat układu napędowego spalinowego z wykorzystaniem silników trakcyjnych asynchronicznych

Drugi z układów – napęd elektryczny może być wykorzystywany tylko na liniach zelektryfikowanych. W układzie tym przedstawionym schematycznie na rys.3 zestawy kołowe napędzane są za pośrednictwem silników trakcyjnych asynchronicznych zasilanych poprzez przekształtnik trakcyjny, wyłącznik szybki i odbierak prądu.

W układzie tym oprócz typowego napędu elektrycznego (rys.3) zabudowany zostaje dodatkowy agregat prądotwórczy, składający się z silnika spalinowego oraz prądnicy głównej synchronicznej z prostownikiem. Ten rodzaj napędu zastosowany został w autobusach Rebus GTW 2/6 i GTW 2/8 [4].



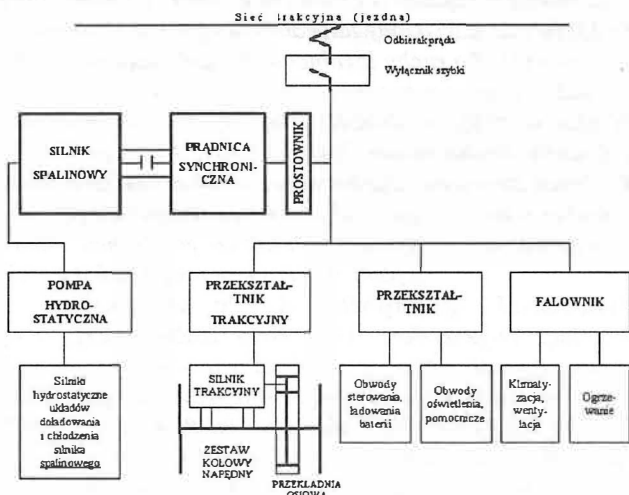
Rys.3. Schemat układu napędowego elektrycznego

Zaprezentowane schematycznie układy znalazły już zastosowanie i w większości z powodzeniem są eksploatowane zarówno w autobusach krajowych jak i zagranicznych.

1. Koncepcje układów napędowych autobusów szynowych dla linii wydzielonych

W wielu krajach, w tym również w Polsce, przybawać będzie linii kolejowych bez konkretnego użytkownika. Część z istniejących linii będzie zapewne „zdemontowana” a część pozbawiona będzie urządzeń związanych z bezpieczeństwem ruchu oraz budynków takich jak nastawnie, budynki stacyjne i warsztatowe oraz wiaty przystankowe. Warto więc już dzisiaj zastanowić się, czy nie należałoby reaktywować na tych liniach przewozów pasażerskich w oparciu o autobusy szynowe (bądź autobusy szynowo-drogowe), mające swój pierwowzór w autobusach drogowych.

Na tych wydzielonych liniach, a może samodzielnych kolejach regionalnych, istnieje szansa dostosowania produkowanych autobusów szynowych do wymagań tych linii. Pozwoliłoby to nie tylko na zmniejszenie ceny autobusów, ale przede wszystkim na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych.



Rys.4. Schemat układu napędowego mieszanego (hybryda spalinowo-elektryczna)

Uproszczenia w konstrukcji autobusów to z jednej strony:

- zmiana wymagań wytrzymałości konstrukcji,
- eliminacja skomplikowanych urządzeń pociągowozderznych,
- eliminacja systemów bezpieczeństwa ruchu kolejowego oraz systemów rejestrujących,
- uproszczenie układu pneumatycznego i hamulcowego,
- eliminacja rozbudowanego systemu sterowania i diagnostyki,
- eliminacja skomplikowanego układu sterowania wielokrotnego,

a z drugiej zastosowanie nieskomplikowanych układów napędowych stosowanych z powodzeniem w autobusach drogowych, samochodach ciężarowych, pociągach sieciowych, maszynach torowych i wózkach motorowych oraz pojazdach szynowo-drogowych.

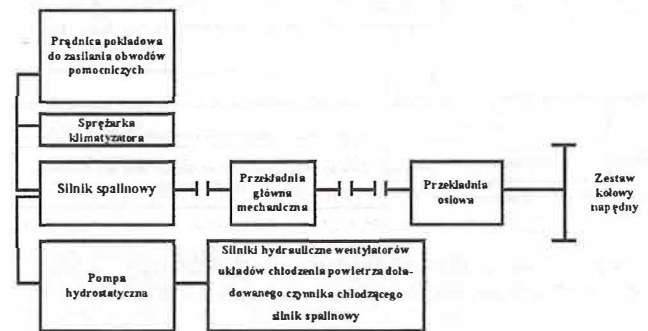
Propozycja pierwszego układu, którego schemat przedstawiono na rysunku 5 znane jest we wcześniejszych

wagonach motorowych oraz pomocniczych pojazdach kolejowych.

Układ napędowy w takiej konfiguracji składać się powinien z silnika spalinowego, mechanicznej skrzyni biegów (zablokowanej z silnikiem), przekładni nawrotnej wałów przegubowych i przekładni osiowej zabudowanej na osi zestawu kołowego.

Przekładnia nawrotna winna być sterowana silnikami i zaworami elektro-pneumatycznymi lub hydraulicznymi bezpośrednio z pulpitu sterowniczego. Uruchamianie, jazda, zatrzymanie autobusu winno być identyczne jak dla pojazdów drogowych.

W tej konfiguracji możliwe jest zastosowanie nowoczesnej przekładni mechanicznej (8, 12 i 16 biegowej) np. Rail-Tronic firmy ZF Friedrichshafen sterowanej elektronicznie z elektropneumatycznym układem zmiany biegów (wspomaganie sprzęgła). Przekładnie te jako prototypy są obecnie drogie i przeznaczone dla układów o większych mocach (ok. 400 kW) i momentach (1600 ÷ 2300 Nm), jednakże do czasu ich zastosowania możliwe jest zdecydowane obniżenie ich ceny w zależności przede wszystkim od wielkości produkcji.



Rys.5. Schemat układu napędowego z wykorzystaniem nowoczesnej przekładni mechanicznej

Następne proste układy napędowe możliwe do zastosowania w autobusach szynowych, których schematy przedstawiono na rys. 6 i 7 oparte są na wykorzystaniu do napędu pompy hydrostatycznej. Układy takie znane są obecnie przede wszystkim w pojazdach sieciowych oraz pojazdach szynowo-drogowych [3].

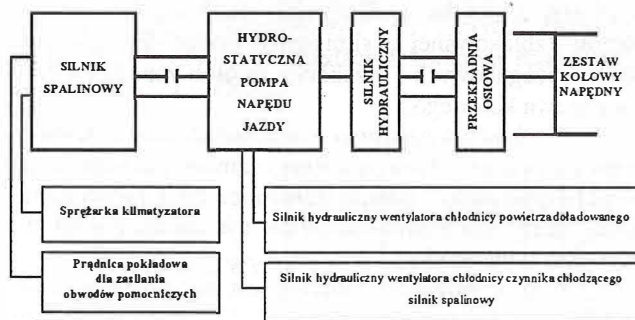
W pierwszym z nich przedstawionym na rys.6 proponuje się napęd w którym silnik spalinowy napędza pompę hydrostatyczną (możliwe jest uzyskanie mocy pompy około 400kW przy $n = 2300$ obr/min), która przekazuje moment obrotowy na silnik hydrauliczny a następnie za pośrednictwem przekładni osiowej (mechanicznej) na zestaw kołowy napędny.

W drugim układzie, przedstawionym na rys.7 napęd z pompy hydrostatycznej przekazywany jest na rozdzielacz strumieniowy i silniki hydrauliczne zabudowane na czopach osi napędnych zestawów kołowych.

Układ ten stosowany jest przede wszystkim w pojazdach szynowo-drogowych. Oba układy z wykorzystaniem pomp hydrostatycznych są sterowane automatycznie z wykorzystaniem urządzeń i aparatów elektronicznych.

Można jeszcze zastanowić się nad zastosowaniem w autobusach szynowych układów napędu szynowo-drogowego tzn. wykorzystanie możliwości jazdy autobusu zarówno po szynach jak i po drogach kołowych. Wymagać to będzie przeprowadzenia szczegółowych analiz technicznych, a zwłaszcza ekonomicznych dla indywidualnych linii

kolejowych i ich bezkolizyjnego połączenia z infrastrukturą dróg publicznych lub lokalnych.



Rys.6. Schemat układu napędowego hydrostatyczny – silnik hydrauliczny i przekładnia osiowa zabudowana na osi zestawu kołowego



Rys.7. Schemat układu napędowego hydrostatyczny – silniki hydrauliczne zabudowane na czopach osi kół jezdnych

1. Zakończenie

Pomimo tego, że najczęściej spotykanym układem napędowym w autobusach szynowych jest układ oparty o silnik spalinowy i przekładnię główną typu hydraulicznego (hydromechanicznego) warto zastanowić się nad układami prostszymi i ekonomiczniejszymi w eksploatacji. Układy te, z nowoczesną przekładnią mechaniczną lub pompą hydrostatyczną i silnikami hydraulicznymi może jeszcze nie dziś, ale w niedalekiej przyszłości mogą zostać zastosowane w lekkich pojazdach szynowych do ruchu regionalnego.

Można sądzić, że uproszczenie układu wraz z odejściem od pneumatycznych układów hamulcowych oraz likwidacją skomplikowanych urządzeń pociągowozderznych da wymierne oszczędności zarówno w sferze produkcyjnej jak i w eksploatacji, utrzymaniu i naprawach, zwłaszcza w pojazdach eksploatowanych na liniach wydzielonych, nie mających kontaktu z głównymi i drugorzędowymi liniami PLK.

Literatura

- [1] Grzechowiak R., Marciniak Z., Sienicki A., Wybór układu biegowego i napędowego dla krajowego autobusu szynowego, *Pojazdy Szynowe*, nr 4, 2003.
- [2] Marciniak Z., Układy napędowe krajowych autobusów szynowych dla ruchu lokalnego. *Pojazdy Szynowe*, nr 3, 2003.
- [3] Marciniak Z., Medwid M., *Pojazdy szynowo-drogowe*, Poznań, Wydawnictwo OBRPS 1999.
- [4] Praca zbiorowa, *Opracowanie i wybór na podstawie badań symulacyjnych układu napędowego i biegowego autobusu szynowego do ruchu lokalnego*, Poznań, 2003.