

# Możliwości zastosowania niekonwencjonalnych akumulatorów energii w samochodach

Maciej Lisowski, Sebastian Kowalek

## Streszczenie

W artykule przedstawiono niekonwencjonalne rozwiązania akumulatorów energii mogących służyć jako źródło siły napędowej dla samochodów. Przedstawione rozwiązania nie są rozwiązaniami nowymi, jednak obecnie nie znalazły zastosowania mimo swoich niewątpliwych zalet.

**Słowa kluczowe:** energia, niekonwencjonalne akumulatory, samochód.

## Wstęp

Ropa naftowa oraz gaz ziemny są paliwami kopalnianymi, z których produkuje się paliwa do silników spalinowych napędzających pojazdy samochodowe. Mimo iż pokłady tych surowców są pokaźne, to prędzej czy później ulegną one wyczerpaniu. Ważnym aspektem są również ich niestabilne ceny na rynkach międzynarodowych, które są wynikiem różnego rodzaju spekulacji, wojen, czy zamachów terrorystycznych.

Również coraz to bardziej zauważalne stają się zmiany klimatu, spowodowane postępującą dewastacją środowiska naturalnego w wyniku emisji trujących związków powstających w trakcie spalania tych paliw.

Stąd autorzy uważają za celowe przybliżenie rozwiązań napędu samochodu wykorzystując zmagazynowaną energię mechaniczną. Należy przy tym zauważyć, że opisane rozwiązania miały zastosowanie w przeszłości, z różnych względów zostały one jednak zapomniane pomimo swoich zalet. Nowoczesne materiały i technologie mogłyby sprawić, że pojazdy napędzane silnikami wykorzystującymi zmagazynowaną energię byłyby nie tylko ekologiczne i ekonomiczne, ale także nie ustępowałyby współczesnym pojazdom pod względem parametrów pracy i funkcjonalności.

## 1. Działanie wybranych rozwiązań

Jednym z rodzaju energii którą można zmagazynować jest energia mechaniczna. Jej podział, ze względu na możliwości jej wykorzystania jest następujący:

- ♦ energia kinetyczna – wirującego koła zamachowego;
- ♦ energia potencjalna – odkształcenia ciała stałego, zmiany objętości gazu, zmiany położenia w polu grawitacyjnym.

W pojazdach samochodowych możliwa do wykorzystania jest energia kinetyczna wirującego koła zamachowego i energia potencjalna zmiany objętości gazu (rozprężania).

Energię zmagazynowaną w wirującym kole zamachowym można wyrazić zależnością:

$$E_k = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$$

Wykorzystując powyższe zależności można zaprojektować płaskie koło zamachowe, o pionowej osi obrotu, możliwe do zabudowania pod podłogą pojazdu.

Rozwiązanie takie zastosowano w Szwajcarii do napędu autobusów komunikacji miejskiej (rys. 1).

W rozwiązaniu tym koło zamachowe napędzało prądnicę, wytworzona energia elektryczna służyła do zasilania silnika elektrycznego napędzającego koła pojazdu. „Ładowanie” akumulatora mechanicznego odbywało się z sieci energetycznej na przystankach autobusowych i polegało na dostarczeniu do moto-prądnicy energii elektrycznej. Moto-prądnica napędzała koło zamachowe aż do uzyskania wymaganej prędkości obrotowej (300 1/min). Ważące około 1,5 t koło zamachowe o średnicy 1,7 m gromadziło 5 kWh energii co pozwalało na przejechanie około 6 km z prędkością 50 km/h. Przystanki rozmieszczone były co około 4 km. Linie autobusowe obsługiwane przez żyrobusey funkcjonowały w Zurychu do końca lat 70.

Tego typu napęd wzbudził zainteresowanie władz Los Angeles i San Francisco które ogłosiły konkurs



Rys. 1. Autobusy komunikacji miejskiej MFO napędzane energią zgromadzoną w kole zamachowym oraz widok koła zamachowego wraz z moto-prądnicą [2]

na budowę żyrobusów. Owocem była konstrukcja lotniczego potentata – amerykańskiego Lockheed. Koło zamachowe w tym pojeździe ważyło 3500 kg, miało 1,1 m średnicy i obracało się z prędkością 20 000 1/min. Rozpędzający je silnik elektryczny miał moc 200 kW (270KM). Zasięg tego pojazdu wynosił 10 km. Po przebyciu tej odległości, obroty malały do 10.000 1/min i wymagało to kolejnego rozpędzenia koła zamachowego. Tak jak w przypadku konstrukcji MFO, tak i tu pojazd był podłączany za pomocą pantografu do stacji ładującej. Również i w tym przypadku eksploatacja tego rodzaju pojazdów nie trwała długo [1].

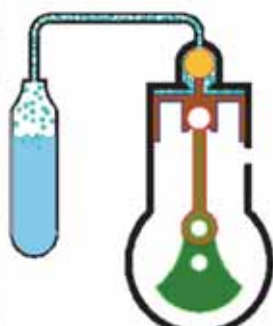
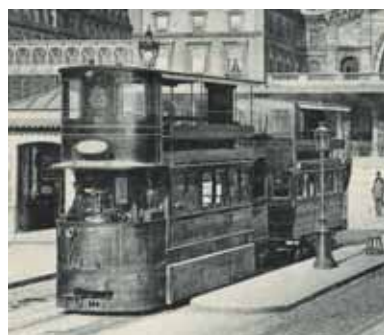
Współcześnie wykorzystaniem energii zgromadzonej w kole zamachowym zajmuje się, znana z wyścigów Formuły 1, firma Williams. Opracowała ona system KERS (odzyskujący energię podczas hamowania). Ze względu jednak na obowiązujące w F1 przepisy na razie nie można wykorzystać go w wyścigach. Układ KERS z akumulatorem energii kinetycznej zastosowano w niektórych samochodach Porsche.

Innym rozwiązaniem pozwalającym na wykorzystanie energii rozprężania gazu jest silnik pneumatyczny. Pierwsze silniki pneumatyczne powstały w połowie XIX w. Ich konstruktorem był Polak Ludwik Męcarski. Silniki swojej konstrukcji stosował do napędu lokomotyw w kopalniach oraz tramwajów. Tramwaj konstrukcji Męcarskiego i silnik pneumatyczny przedstawiono na rysunku 2.

W 1991 r. Guy Nègre wynalazł silnik z podwójnym zasilaniem. Mógł on działać zarówno na sprężone powietrze, jak i na zwykłe paliwo. Przez 15 lat badań dokonał się rozwój. Propagatorzy twierdzą, że silniki pneumatyczne są konkurencyjne w stosunku do współczesnych silników spalinowych oraz, że zastosowanie silnika pneumatycznego czyni samochód lżejszym. Nie poprzestał on na budowie silnika pneumatycznego. Stworzył on samochód z napędem pneumatycznym oraz zaproponował całą infrastrukturę obsługującą samochody z takim napędem.

Ciekawym rozwiązaniem silnika pneumatycznego jest zastosowany w nim układ korbowy con-rod. Schemat układu con-rod i charakterystyki porównawcze silników przedstawiono na rys. 3.

Jak widać charakterystyka silnika pneumatycznego con-rod umożliwia dysponowanie względnie stałym, maksymalnym momentem obrotowym w całym zakresie prędkości obrotowych. Silnik pracuje w układzie



Rys. 2. Tramwaj i schemat silnika Męcarskiego [1]

Tab. 1. Podstawowe dane techniczne samochodów Mini CAT

Długość	3,840 m
Szerokość	1,720 m
Wysokość	1,750 m
Masa własna	750 kg
Prędkość maksymalna	110 km/h
Zasięg	200 – 300 km (8 godzin jazdy)
Ładowność	500 kg
Liczba pasażerów	5
Czas „tankowania”	3 – 4 min (ze specjalnego dystrybutora) 5,5 / 4 h (z sieci 230/400 V)
Koszt „tankowania”	9,75 PLN (do 5 PLN/100 km)

odwracalnym to znaczy jako silnik pneumatyczny lub jako kompresor umożliwiający napełnianie zbiornika (do ciśnienia 30 MPa). Podstawowe dane samochodu podano w tabeli 1.

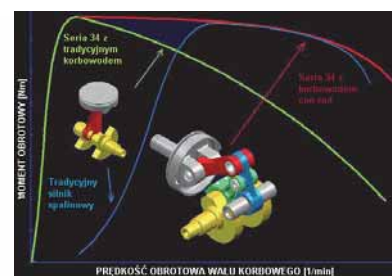
### Podsumowanie

Oba zaprezentowane rozwiązania są, zdaniem autorów” godne uwagi. Dla zapewnienia możliwości ich funkcjonowania potrzebują jednak specjalnej infrastruktury której obecnie nie ma. Ponadto pojazdy napędzane od koła zamachowego mają stosunkowo niewielki zasięg, jednak wystarcza on w zupełności dla zastosowania go w pojazdach komunikacji miejskiej. Zasięg pojazdu z silnikiem pneumatycznym jest nieporównywalnie większy, co czyni go przydatnym do codziennych dojazdów do pracy nawet przy większych odległościach. Możliwy jest do zastosowania również w środkach transportu zbiorowego. Samochody Mini CAT to konstrukcje istniejące (do niedawna dostępne na zamówienie w cenie około 8000 euro). Prawa do samochodów Mini CAT przejęła od Guya Nègre indyjska firma TATA i od około czterech lat słuch o tym rozwiązaniu zaginał.

Poważnym problemem we wprowadzeniu do sprzedaży tego typu pojazdów jest problem natury fiskalnej – jak opodatkować powietrze?

### Bibliografia

- <http://www.pl.wikipedia.org/>
- <http://www.fbw.ch/>
- <http://www.theaircar.com/>



Rys. 3. Układ korbowy con-rod i charakterystyki silników [3]

## Applications unconventional energy battery cars

---

### **Abstract**

*This paper presents an unconventional energy storage solutions that can serve as a source of motive power for cars. The solutions are not new solutions, but is now not been applied in spite of its obvious advantages.*

---

**Key words:** energy, unconventional energy battery, cars.

### **Autorzy:**

dr hab. inż. **Maciej Lisowski** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

mgr inż. **Sebastian Kowalek** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie