

Co pisano o samochodach elektrycznych na początku XX wieku?

Piotr Rataj, Jerzy Hickiewicz

1. Wstęp

Współcześnie coraz większą popularność zyskują samochody elektryczne, przez co wydaje się, że są one wynalazkiem nowym. Nie jest to jednak prawda, są one co najmniej równie stare co samochody z silnikami spalinowymi, zatem pojawiły się już w latach 80. XIX w. (choć pierwsze, niepraktyczne próby dorożek zasilanych z ogniw Volty, przeprowadzano już w latach 30. XIX w.), w 1882 r. powstał pierwszy samochód elektryczny (konstrukcji Johna Percy'ego i Edwarda Aytona, wykorzystujący udoskonalony w 1881 r. akumulator kwasowo-ołowiowy). W 1885 r. swój elektryczny trójkołowiec skonstruował Carl Benz, a w 1886 r. czteroślupowy pojazd elektryczny zbudował Gottlieb Daimler, a więc dwaj znani pionierzy samochodów z silnikami spalinowymi. Tak samochody spalinowe jak i elektryczne rozwijały się równoległe i na początku XX w. nie było jeszcze wiadomo, które z tych dwóch rozwiązań uzyska przewagę. W 1899 r. samochód elektryczny osiągnął rekord prędkości – 105,9 km/h [1]. Akurat wówczas, na początku XX w., w 1901 i 1902 r. ukazały się w polskiej prasie technicznej w Warszawie i Lwowie dwa obszernie artykuły, opisujące samochody elektryczne, pierwszy został opublikowany przez Stanisława Żmigrodzkiego w „Czasopiśmie Technicznym” [3], drugi zaś przez Gabriela Sokolnickiego w „Przeglądzie Technicznym” [2]. Ich zamiarem było zapoznanie polskich techników z ówczesnym stanem rozwoju tego środka transportu. Warto sprawdzić jak postrzegano wówczas samochody elektryczne.

2. Cechy samochodów

Samochody (określane na początku XX w. też jako samojazdy), zarówno te elektryczne, jak i spalinowe, powstały by zastąpić konia, odznaczały się bowiem licznymi zaletami, których koń nie miał: większa prędkość maksymalna i zasięg, równomierna, a więc bardziej ekonomiczna praca, „karmienie” (zużywanie energii) tylko w czasie pracy, prostsza obsługa i garażowanie, niezanieczyszczanie ulic (szczególnie ważne w miastach). Samochody miały jednak wtedy w porównaniu z koniem też wady: częste psucie się oraz wysoką cenę, przekraczającą kilkukrotnie cenę zwykłego powozu z końmi. Nie istniało też zbyt wiele odpowiednich dla nich dróg. Te też czynniki powodowały małe rozpowszechnienie samochodów, zwłaszcza elektrycznych. Uważano jednak, że na początku XX w. były one dopiero na początku drogi rozwoju. W porównaniu do samochodów spalinowych, elektryczne miały poważny brak, jakim było „zawarcie energii w przyrządach ciężkich i kosztownych”, czyli akumulatorach, jednak rokowano wówczas ich

Streszczenie: W artykule omówiono w skrócie dwa obszernie artykuły, pierwszy autorstwa Stanisława Żmigrodzkiego z 1901 r., drugi Gabriela Sokolnickiego z 1902 r., w których opisywali oni historię rozwoju samochodów elektrycznych, ich różne typy (z doprowadzeniem energii elektrycznej z sieci trakcyjnej lub z akumulatora), ich ówczesny stan rozwoju (ze szczególnym naciskiem na zastosowane w samochodach silniki elektryczne, regulację prędkości, przekładnie, kierownice, hamulce, opisy najpopularniejszych modeli), ekonomię ich zastosowania oraz perspektywy na przyszłość.

Słowa kluczowe: *samochody elektryczne, Gabriel Sokolnicki, Stanisław Żmigrodzki, historia*

WHAT WAS WRITTEN ABOUT ELECTRIC CARS IN THE BEGINNING OF THE 20TH CENTURY?

Abstract: The article briefly discusses two extensive articles, the first by Stanisław Żmigrodzki in 1901 and the second by Gabriel Sokolnicki in 1902 in which they described the history of the development of electric cars, their various types (with electricity supply from overhead line or from a battery), their state of development at the time (with special emphasis on the electric motors used in cars, speed control, gears, steering wheels, brakes, descriptions of the most popular models), the economics of their application and future prospects.

Keywords: *electric cars, Gabriel Sokolnicki, Stanisław Żmigrodzki, history*

dalszy wielki rozwój. Samochody elektryczne miały już wtedy za to przewagę nad spalinowymi: cichy bieg, prosty mechanizm, a przede wszystkim niewydzielanie spalin, co jest szczególnie istotne dla miast.

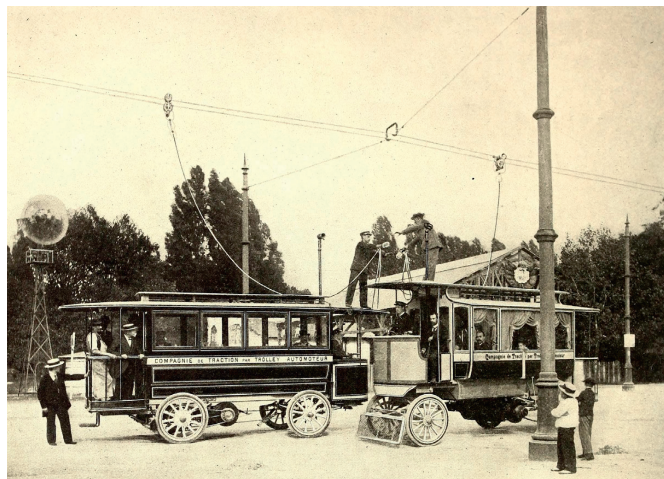
3. Dwie rodziny samochodów elektrycznych

Rozróżniano wtedy dwie zasadnicze grupy samochodów elektrycznych. Pierwsza stosowała akumulatory, natomiast druga stanowiły trolejbusy. Korzystały one z trakcji napowietrznej. Zbieracze prądu z przewodów zasilających znajdowały się na wózku, napędzanym trójfazowym silnikiem, zasilanym z trzech punktów twornika napędowego silnika prądu stałego. System miał trzy wady, każda przerwa w działaniu elektrowni zatrzymałaby każdy pojazd tego typu, naprawa trakcji również wymuszała wstrzymanie całego ruchu, a same przewody trakcyjne były niebezpieczne, wreszcie, co najgorsze, można przy ich

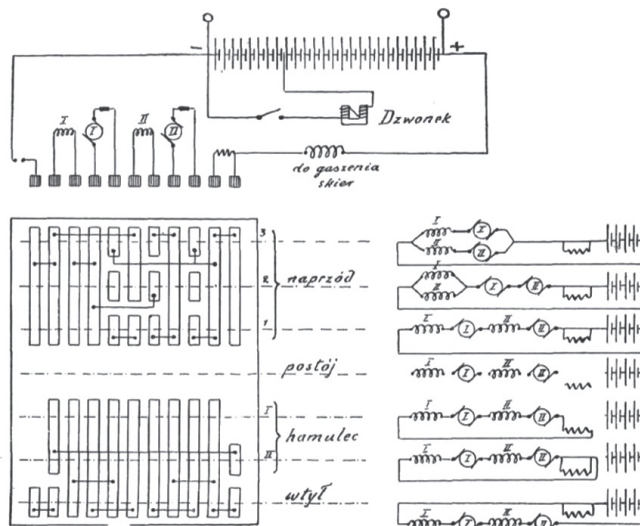
użyciu jeździć tylko na określonych przez trakcję kierunkach. Wtedy (w 1902 r.) działała jedna taka próbna linia w Paryżu (rys. 1). Obaj autorzy, Sokolnicki i Żmigrodzki, uznali samochody akumulatorowe za bardziej perspektywiczne.

4. Akumulatory

Istniały wtedy dwa typy akumulatorów: system Planté o płytach ołowianych i system Faure, o płytach wypełnionych masą, tlenkiem ołowiu, który w drodze elektrolizy zamieniany był w nadtlenek ołowiu. Te pierwsze były bardzo ciężkie, miały jednak dużą pojemność, szybko się ładowały i były odporne na wstrząsy, zaś te drugie były pod tymi względami gorsze, ale za to lżejsze. Były też typy mieszane akumulatorów, np. Tudor albo Pollak o cechach pośrednich. Obliczono, że jazda wozu po szynach wymaga siły pociągowej 9 – 12 kg na 1 t masy wozu, na dobrym bruku lub asfalcie 15 – 20 kg, na gorszej drodze 20 – 30 kg. Po uwzględnieniu współczynnika sprawności przekładni (ok. 92%), silnika elektrycznego (85%) i baterii (70 – 84%, średnio 75%), stwierdzono, że bateria powinna mieć około 120 Wh na 1 t masy i 1 km przejechanej drogi. Dla porównania, w 1898 r. w Paryżu samochód o masie 10 t jadąc z prędkością 15 km/h zużył od 450 do 500 Wh na kilometr. Odnośnie stosunku napięcia do natężenia prądu przyjęto za zasadę trzymać się niskiego napięcia, zaś natężenie stosować do wielkości pojazdu, ze względu na trzy powody: większe natężenie prądu daje możliwość regulowania, także do zmian prędkości jazdy, akumulatory tym łatwiej zmieścić w pojeździe im jest ich mniej, a im są one większe, wreszcie o wysokości napięcia decyduje to, że do ich ładowania służą dynamomaszyny 110 V służące do oświetlenia, najłatwiej więc naładować baterię złożoną z 40 – 44 akumulatorów przy najniższym napięciu (1,8 V), wówczas napięcie baterii wynosi 80 V, zaś przy najwyższym napięciu pod koniec ładowania (2,7 V) odpowiada napięciu 110 V. Większe samochody, o 80 – 160 akumulatorach mogły być do ładowania łączone w 2 lub 4 równoległe szeregi lub ładowane prądnicami 220 lub 440 V. Przeciętne natężenie akumulatorów (przy pojazdach 2 t) przy średniej prędkości wynosiło wtedy ok. 15 A, przy większej prędkości 25 A, które znacznie wzrastało podczas jazdy na wzniesieniu. W niektórych sytuacjach uważano, że lepsze będą akumulatory o krótszym czasie ładowania.



Rys. 1. Trolejbusy na ulicach Paryża w 1900 r.



Rys. 2. Schemat walca regulującego

5. Silniki elektryczne

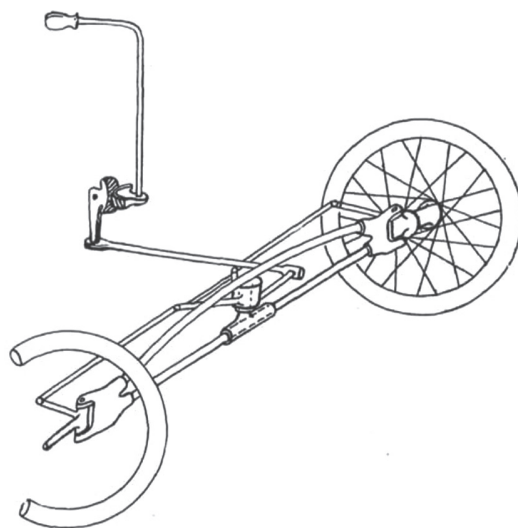
Silniki elektryczne prądu stałego do samochodów powinny być lekkie i wolnoobrotowe (aby nie tracić dużo energii na przekładni), dwukierunkowe oraz mieć możliwie wysoką sprawność. Ze względu na to, że już wtedy prawie nie występowały auta o masie mniejszej niż 1 t, tak samo nie spotykało się w samochodach elektrycznych silników o mocy poniżej 2 KM. Liczba ich obrotów wahała się od 450 do 1500 na minutę, moc wynosiła od 2 do 2,5 KM, zaś ciężar wynosił od 170 kg (silniki wolnoobrotowe) do 50 kg (szybkoobrotowe). Liczba silników zależała od rodzaju napędu, mogło być napędzane jedno koło za pomocą jednego silnika i odpowiedniej przekładni, mogły być też napędzane z jednego silnika dwa koła na jednej osi, trzeba było jednak wtedy zastosować specjalną przekładnię różnicową, lub urządzenie pozwalające na wyłączenie z ruchu jednego z kół, bo przy każdym skręcie koło odśrodkowe posiadało większą prędkość niż drugie (dośrodkowe), które często zupełnie się zatrzymywało. Dlatego lepsze było rozwiązanie, w którym każde koło na osi „wiodącej” mogło być napędzane przez osobny silnik, wówczas koło otrzymywało napęd niezależnie od drugiego. Z tego względu było ono stosowane wtedy najczęściej.

6. Regulacja prędkości jazdy

Regulacja prędkości musiała oszczędzać energię elektryczną, zatem nie było pożądane włączanie dodatkowego rezystora do obwodu twornika, nie można też było wyłączać części akumulatorów, co powodowałoby trudności przy ładowaniu. Pozostawały dwa rozwiązania: jeśli występował więcej niż jeden silnik, można je było łączyć w szereg lub równoległe lub też użyć bocznikowania uzwojenia wzbudzenia. Zmiany układu dokonywało się za pomocą regulatora walcowego. Na rysunku 2 pokazano schematyczne rozwinięcie powierzchni walca. Z prawej strony widać układy połączeń, np. pierwsze trzy u góry służą do jazdy w przód z trzema różnymi prędkościami. Położenie czwarte służy do postoju, piąte i szóste do hamowania, siódme do jazdy w tył.

7. Przekładnie

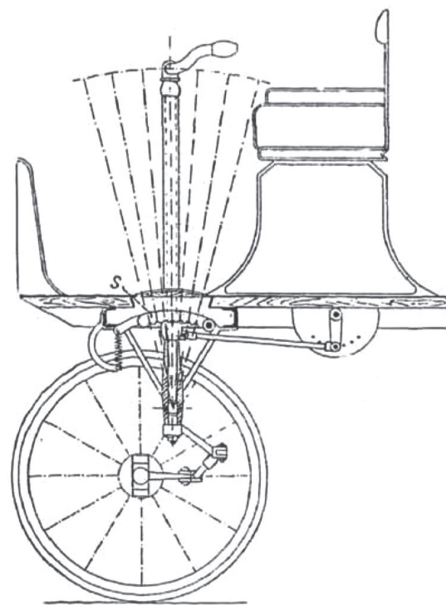
Funkcjonowały wtedy trzy przekładnie, przenoszące napęd z silników na oś napędową pojazdu. Najczęściej używano przekładni zębatych, zwykle złożonych z 1, 2 lub 3 par kół zębatych czołowych o stosunku od 1:7 do 1:20 zależnie od liczby obrotów silnika lub też używano przekładni różnicowej, opartej na zasadzie specyficznego układu kół zębatych. Działała ona automatycznie, gdy jedno koło zwalniało na zakręcie, drugie koło przyspieszało. Koła zębate zamknięte były szczelnie w pudle wypełnionym mieszaniną tłuszczu z grafitem. Drugim rodzajem przekładni była łańcuchowa, podobna do rowerowej, która jednak była niepraktyczna, z powodu trudności w szczelnym zamknięciu i przez to łatwego zanieczyszczenia się. Trzeci rodzaj przekładni polegał na zastosowaniu wałów giętkich zakończonych śrubą, działającą na koło ślimakowe. Wówczas silnik umieszczano się osi nie w poprzek, ale wzdłuż pojazdu. Przekładnia ta była najbardziej odporna na wstrząsy.



Rys. 3. Typowy układ sterowniczy

8. Układ sterowniczy

Kierownice działały zazwyczaj nie na całą przednią oś, ale tylko na przednie koła pojazdu, jak pokazano na rysunku 3. Jest to układ kierowniczy samochodu amerykańskiego „Columbia”, zaś na rysunku 4 pokazano układ auta „Victoria”, połączony z regulatorem walcowym. Niezależnie od ruchu obrotowego powodującego skręt kół, drąg kierownicy dawał się też pochylać w przód i tył, w siedmiu położeniach, w zgodzie z podanymi wcześniej położeniami walca regulującego. Sokolnicki pochwalił ten sposób regulacji. Pochylenie kierownicy naprzód, co poruszało pojazd do przodu, przypominało mu popuszczanie lejca koniom, pociągnięcie zaś dźwigni w tył, zwalnianie lub zatrzymanie pojazdu, równało się wstrzymywaniu koni lejcami.

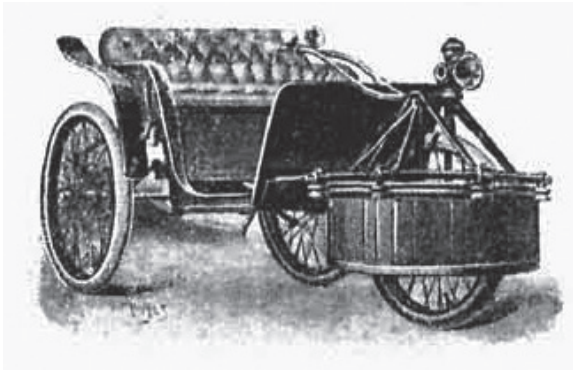


Rys. 4. Układ sterowniczy auta „Victoria”

9. Hamulce

Każdy samochód był wyposażony w dwa lub trzy hamulce, jeden był elektryczny, polegał na „zamykaniu w sobie” silnika

reklama



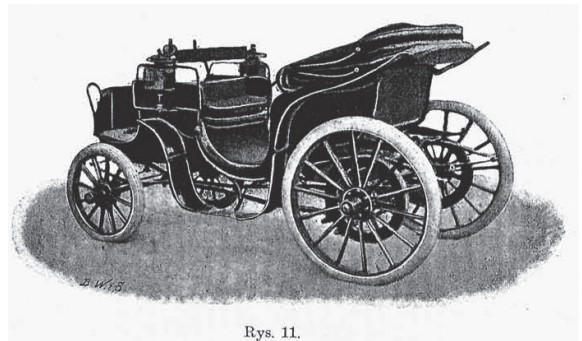
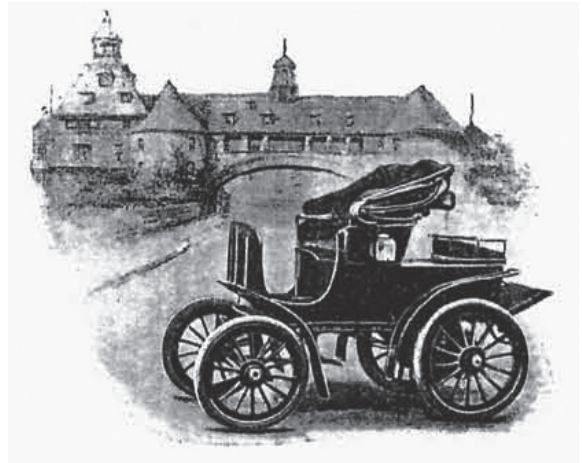
Rys. 5. Trzykołowiec „Milde”

(poprzez zwarcie obwodu twornika), rzadko był jednak stosowany. Można go było jednak zastosować do „podbijania” (doładowania) akumulatorów, tak jak przy jeździe z góry. Częściej stosowano hamulec mechaniczny ręczny, a w większych pojazdach występowały też hamulce mechaniczne nożne. Hamulce mechaniczne połączone były z wyłącznikiem, w wyniku czego jeszcze zanim hamulec zaczął działać, silnik(i) były wyłączone. Ówczesne wyniki hamowania wyniosły: dla samochodu jadącego z prędkością 17,7 km/h zahamowanie na asfalcie nastąpiło na dystansie 3,75 m, przy 18,5 km/h na spadzistym bruku pojazd zahamował po 5 m, wóz towarowy przy prędkości 12,8 km/h zahamował na równej powierzchni po 4,28 m, zaś omnibus (autobus) Siemens & Halske z 18 pasażerami przy prędkości 15 km/h na szosie zahamował na przestrzeni 1,40 m.

10. Typy pojazdów akumulatorowych

Autorzy wyróżniali wówczas trzy zasadnicze typy akumulatorowych samochodów elektrycznych: osobowe lekkie, osobowe ciężkie i towarowe. Te pierwsze składały się m.in. z trzy- i cztero-kołowych pojazdów na 2 – 3 osoby, trójkołowce miały masę od 250 do 500 kg (w tym bateria od 80 – 200 kg), cztero-kołowce

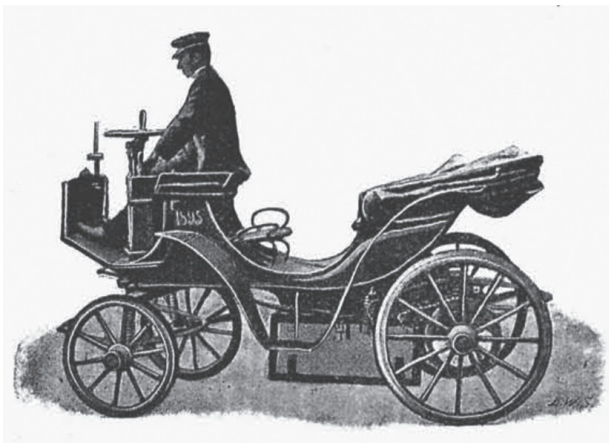
Rys. 6. Samochód „Columbia”



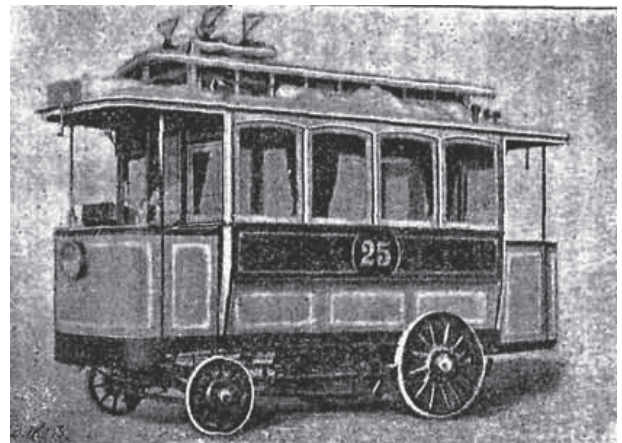
Rys. 11.

Rys. 7. Powóz „Mylord-Coupé”

od 1000 – 1400 kg (w tym bateria 400 – 700 kg). Ich silniki miały moc od 1 do 2,5 KM, prędkość maksymalna wynosiła 20 – 40 km/h (gdy w większości ówczesnych państw ograniczenie prędkości w ruchu ulicznym wyniosło 15 – 16 km/h), a zasięg 50 – 100 km.



Rys. 8. „Dorożka berlińska”



Rys. 9. Omnibus firmy Siemens & Halske

reklama

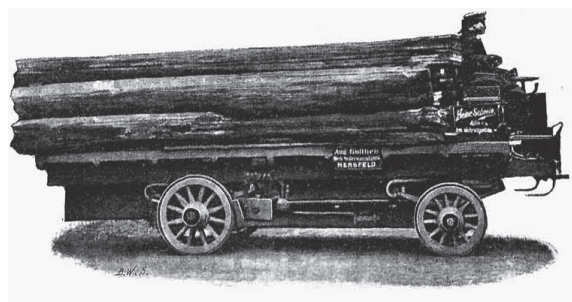
Druga kategoria, samochody na 4 – 6 osób, miały masę 1000 – 1500 kg (bateria 400 – 600 kg), moc silników 2 – 3,5 KM, maksymalna prędkość 20 – 30 km/h, zasięg 50 – 80 km. Ciężkie samochody osobowe na 10 – 15 osób ważyły ok. 1800 kg (700 kg bateria), silniki 3 – 4 KM, prędkość maksymalna 18 km/h, zasięg 30 km, omnibusy na 20 – 25 osób od 3500 – 6500 kg (bateria 1100 – 3000 kg), silniki 4 – 6 KM, prędkość maksymalna 6 – 10 km/h, zasięg 15 – 25 km. W trzeciej grupie znajdowały się „karetki” pocztowe i sklepowe na towary do 1000 kg, na dwie osoby, o masie własnej 1700 – 2500 kg (bateria 570 – 850 kg), silniki 3 – 6 KM, prędkość maksymalna 14 – 18 km/h, zasięg 28 – 40 km, wozy towarowe 4000 – 6000 kg (baterie 2000 – 2500 kg), o silnikach 8 – 12 KM, prędkości maksymalnej 6 – 10 km/h i zasięgu 25 – 30 km. Z poszczególnych modeli Sokolnicki omówił francuski trzykołowiec „Milde” (rys. 5), skonstruowany dla kupców, bo jego korpus mógł zostać zastąpiony pudłem do rozwożenia towarów (do 100 kg). Wszystkie części mechaniczne, tak silnik, jak i bateria były umieszczone w otaczającym przednie koło bębnie. Zaznaczono, że środek ciężkości był osadzony bardzo nisko, przez co nie było ryzyka wywrócenia. Ważył tylko 300 kg, posiadał jeden silnik o masie 30 kg, zasięg wynosił 60 km. Następnie omówiono samochód amerykański „Columbia” (rys. 6), 3-osobowy, o masie 900 kg, prędkości maksymalnej 20 km/h, o baterii o dopuszczalnym natężeniu 70 – 80 a nawet 100 A, której pojemność właściwa wynosiła 8,5 Ah/kg. Silnik miał moc 2 KM i sprawność 82%, ważył 57 kg i wykonywał 1000 obr./min.

Powyżej pokazano powóz „Mylord-Coupé” (rys. 7), 5-osobowy, 1400 kg masy, rozpędzający się do 35 km/h. Wyposażony był silnik o mocy 3,5 KM, 500 obr./min o masie 130 kg, bateria akumulatorów firmy „Tytan” miała pojemność 170 Ah, ważyła 530 kg, ładowała się przez cztery godziny.

Omówiono także tzw. „dorożkę berlińską” (rys. 8), która miała wtedy duże znaczenie, bo wówczas samochody spalinowe w Berlinie były zakazane. Bateria była w nich umieszczona w oddzielnym pudle pod podjazdem i mogła być w ciągu



Rys. 10. Omnibus-tramwaj firmy Siemens & Halske



Rys. 11. Ciężarówka „Scheele”

2 – 3 minut zdjęta i zastąpiona nową. Miała dwa silniki po 2 KM (1100 obr./min), każdy napędzał jedno koło za pośrednictwem giętkiego wału, ślimaka, kół łańcuchowych i łańcucha. Silniki były umieszczone pod kozłem, osiami wzdłuż pojazdu. Ważyła 1250 kg, rozpędzała się do 18 km/h, zasięg wynosił 40 km. Bateria akumulatorów firmy „Hagen” miała 70 Ah. Dalej opisano omnibus osobowy firmy Siemens & Halske (rys. 9) na 18 osób, z tego 12 siedziało wewnątrz, a 6 stało na platformach. Pojazd

ważył 3,5 t, rozpędzał się do 15 km/h. Bateria akumulatorów firmy „Pollak” (Karola Pollaka, pochodzącego z Sanoka) umieszczona była w pudłach pod siedzeniami, wystarczała na przejechanie od 15 do 20 km, kurs był jednak przewidziany na 8 km, po którym następowało ładowanie trwające tylko 15 minut za pomocą pałaków sterczących u góry. Silniki były dwa (po 2,5 KM, 1200 obr./min), zawieszono na sprężynach ramy dolnej, przenosiły energię za pomocą przekładni zębataj o stosunku 1:8 na oś tylną pojazdu. Kierownica działała na koła przednie. Oświetlenie składało się z dwóch obwodów po 3 żarówki w każdym, 4 w środku, 2 na zewnątrz. W zimie omnibus ogrzewany był piecykiem.

Był też zaprezentowany omnibus-tramwaj Siemens & Halske (rys. 10), na 24 osoby, który mógł jeździć tak po drodze, jak i po szynach tramwajowych. Koła do jazdy po szynach mogły być opuszczane lub podnoszone. W czasie jazdy po szynach pobierał energię z sieci trakcyjnej, która zasilala bezpośrednio silniki, ale i ładowały się akumulatory. Pojazd ważył 6,5 t, rozpędzał się do 6 km/h. Silniki były 4 (przekładnia zębata napędzała wszystkie koła) po 4 KM, bateria złożona z 200 akumulatorów firmy „Tudor” miała 83 Ah, 1500 kg masy i ładowała się przez jedną godzinę.

Sokolnicki wspominał też o ciężarówce „Scheele” (rys. 11) z Kolonii, która służyła do wożenia ciężarów do 5 t, sama też ważyła 5 t. Jej prędkość maksymalna wynosiła zaledwie 6 – 7 km/h, a zasięg 25 km, wyposażono ją w dwa silniki o mocy 6 KM.

11. Koszty użytkowania samochodów elektrycznych

Najważniejszą dla ówczesnych autorów sprawą związaną z samochodami elektrycznymi był koszt ich użytkowania. Sokolnicki przedstawił orientacyjne koszty utrzymania takich pojazdów w poszczególnych krajach i miastach, w Paryżu, Niemczech i Stanach Zjednoczonych. Doszedł do wniosku, że koszt utrzymania samochodów był porównywalny z pojazdami konnymi, przy czym w Niemczech i Stanach Zjednoczonych były one tańsze od koni, zwłaszcza te benzynowe. Następnie porównał to z kosztami utrzymania pojazdów w Warszawie. Biorąc pod uwagę pojazd konny, wziął dorożkę parokonną „na gumach”. Jej koszt utrzymania wyliczył na 3,90 rubli dziennie, a koszt przejechania jednego km na 0,13 rubla. Samochód

benzynowy kosztował według niego 4,45 rubli dziennie, a jeden km 0,15 rubla. Z kolei samochód elektryczny dziennie kosztował 7,14 rubli, a jeden przejechany km 0,24 rubla. Wynikało to z tego, że auta, zwłaszcza te elektryczne, jako wyłącznie sprowadzane z zagranicy, musiały być drogie. Jednakże koszt utrzymania koni, choć niski rósł, zatem zarówno Sokolnicki jak i Żmigrodzki przewidywali, że na ziemiach polskich dla samochodów elektrycznych znajdzie się miejsce na rynku, szczególnie w miastach, gdzie duże natężenie ruchu dawało im przewagę nad benzynowymi, bo nie dymiły i miały cichy bieg. Można było wtedy dostrzec kilka tendencji rozwojowych samochodów elektrycznych: ich mechanizm stawał się coraz mniej skomplikowany, coraz większą uwagę przywiązywano do sposobu montażu silnika, dążono do dogodnego umieszczenia silnika i baterii, przez co samochody elektryczne coraz mniej przypominały pojazdy konne. Dostępnych wówczas było wiele bardzo różnych modeli, często produkowanych rzemieślniczo, przez co ktoś nawet dobrze obznajomiony z jednym typem samochodu, mógł być bezradny wobec innego typu. Sokolnicki i Żmigrodzki stwierdzili też, że samochody elektryczne wymagały dobrych dróg, których wówczas brakowało.

Literatura

- [1] S. Gierlotka: *Historia elektrotechniki*, Katowice 2021, s. 109.
- [2] G. Sokolnicki: *O samojazdach elektrycznych*, „Przegląd Techniczny” 1902, nr 4, s. 41 – 44, nr 6, s. 67 – 70, nr 8, s. 92 – 94, nr 10, s. 116 – 119.
- [3] S. Żmigrodzki: *O samochodach elektrycznych*, „Czasopismo Techniczne” 1901, nr 16, s. 193 – 194, nr 17, s. 205 – 207, nr 18, s. 218 – 220, nr 19, s. 232 – 233.
- [4] *Steinmetz’s electric car a legend speaks across the year*. IEEE Power & Energy Magazine 7. September/October 2005, p. 7 – 77.

 Piotr Rataj, dr historii

Pracownia Historyczna SEP, Oddział Opolski SEP
 ORCID: 0000-0002-6211-0550; piotr.rataj33@wp.pl
 Jerzy Hickiewicz, em. prof. Politechniki Opolskiej
 Pracownia Historyczna SEP, Oddział Opolski SEP
 ORCID: 0000-0002-9194-4984; j.hickiewicz@zw.po.edu.pl

reklama