

# Od parowozu do lux-torpedy – cz.II. Spawanie w naprawach i produkcji taboru kolejowego (z teki Jacka Lassocińskiego)

From the steam engine to the lux-torpedoes – part II.  
Gas welding in the repair of railway rolling stock,  
(from Jacek Lassociński's portfolio)

## Streszczenie

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania spawania elektrycznego w naprawach taboru kolejowego, w tym do naprawy kotłów, palenisk, cylindrów i ścian sitowych parowozu. Przedstawiono również przykłady spawanych lokomotyw, wagonów osobowych i towarowych, a także wagonów motorowych, tzw. lukstorped.

## Abstract

The paper presents the possibility of using electric welding to repair of rolling stock, including the repair of boilers, furnaces, cylinders and tube-sheets in steam locomotives. It also presents examples of welded steam locomotives, carriages, wagons and motor cars called lux-torpedoes.

## Wstęp

Warsztaty kolejowe odegrały dużą rolę w rozwoju spawania łukowego. W 1920 r. Warsztaty Kolejowe we Lwowie otrzymały spawarkę łukową i elektrody kupione w Stanach Zjednoczonych przez delegację rządu polskiego pod przewodnictwem I. Paderewskiego. Załoga Warsztatów nie miała żadnego doświadczenia spawalniczego, mimo to uruchomiono spawarkę w oparciu o instrukcje w j. angielskim i rozpoczęto naprawy uszkodzonych parowozów [7]. W tym samym czasie (1921) powstała spawalnia „elektrołukowa” w Głównych Warsztatach Kolejowych w Poznaniu [5], Krakowskich Warsztatach PKP (1922) oraz w Warszawskiej Wytwórni Parowozów, w której w 1925 r. pracowało już 15 spawaczy i była to największa spawalnia kolejowa w Polsce [8].

Warsztaty kolejowe były wyposażone głównie w urządzenia firmy Wilson-Welder & Metals Co. New York, AEG Union Berlin, Akt. Bolag Wex Stockholm i La Soundure Electrique Autogene Bruksela [1, 6].

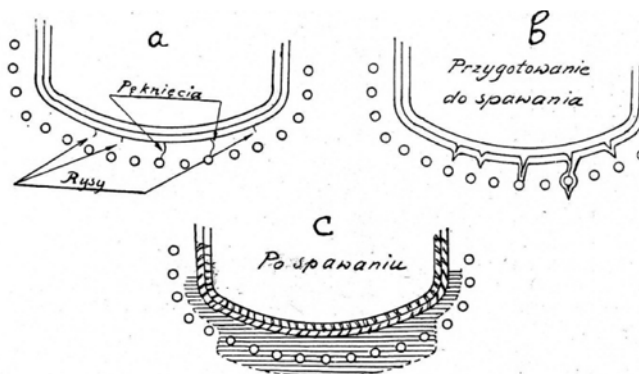
Urządzenia Wilson-Weder służyły do spawania prądem stałym, otrzymywanym z przetwornika, składającego się z silnika trójfazowego o mocy 7,5 KM,

który był sprzężony bezpośrednio z prądnicą prądu stałego. Urządzenia Wexa były urządzeniami trójfazowymi przystosowanymi do napięcia 190÷220, 380÷440 i 500 V, natomiast nowością były urządzenia La Soundure Electrique. Były to maszyny prądu przemiennego, bez silnika i przetwornika, prąd był pobierany z sieci i przepuszczany przez transformator, z którego uzyskiwano prąd do spawania o napięciu 25÷35 V i natężeniu 100÷500 A [1, 6].

Po I wojnie światowej przy budowie parowozów spawania łukowego było niewiele, natomiast stosowano je szeroko do napraw starych wraków pozostawionych przez zaborców. Między innymi wykonywano: naprawy palenisk, połączenia rur ze ścianą sitową, łączenie pękniętych ram podwozia i szprych kół parowozowych, naprawy pękniętych cylindrów, a także regenerowano zużyte części, także przez napawanie [1].

Najczęściej występującym zużyciem paleniska było nadpalenie krawędzi otworu drzwiczekowego i pęknięcie blachy między nitem i krawędzią (rys. 1a). Miejsce, w którym występowało pęknięcie, ukosowano, a następnie spawano. Gdy pęknięcie występowało po obu stronach nitu, usuwano nit, a otwór po nim również ukosowano (rys. 1b). Jednostronne pęknięcia, zamaskowane przez główkę nitu, ukosowano, wycinając także część główki. Po spojeniu pęknięć „zalewano” spoiwem główki nitów nieusuniętych i otwory po nitach

Dr inż. Anna Pocica – Politechnika Opolska.



Rys. 1. Sposób naprawy otworu drzwiczekowego paleniska [3]  
Fig. 1. Furnace door-way repair method [3]

Tablica I. Parametry spawania w zależności od grubości blach [6]  
Table I. Welding parameters for different plate thickness [6]

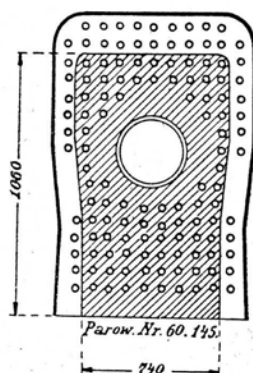
Grubość blachy, mm	Średnica elektrody, mm	Natężenie, A	Długość spoiny uzyskana w ciągu 1 h, m
6 – 8	4	100 – 120	3 – 4
9 – 12	4	120 – 140	2 – 3
14 – 18	5	140 – 160	1 – 2
Ponad 18	6	160 – 180	0,6

usuniętych, a następnie kładziono spoinę na krawędzi otworu drzwiczekowego (rys. 1c) i wiercono otwory na nowe nity [3].

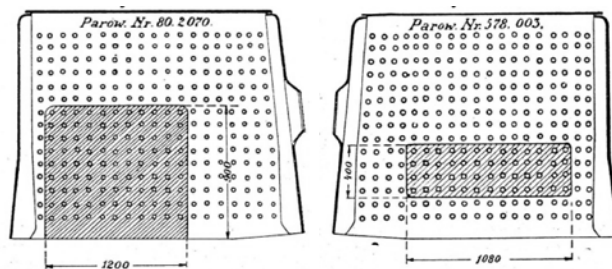
Jeżeli wskutek silnego zużycia lub pęknięć należało wymienić część blachy paleniska, wycinano zniszczony materiał, a w jego miejsce wstawiano łąty. Krawędź pozostałą po wycięciu oraz łątę ukosowano pod kątem 45°, wstawiano łątę w powstały otwór, po czym spawano jedno- lub dwustronnie, o ile istniała taka możliwość. Wielkość łąty była tak dobierana, by prześwit z każdej strony między jej krawędzią a krawędzią otworu wynosił 3 mm [6]. Parametry spawania oraz średnice użytych elektrod zależały od grubości blachy (tabl. I).

Po spawaniu elektrycznym wytrzymałość na rozciąganie złącza wynosiła 80% wytrzymałości materiału rodzimego, podczas gdy po spawaniu acetylenowym 61%, a po nitowaniu 58% [6].

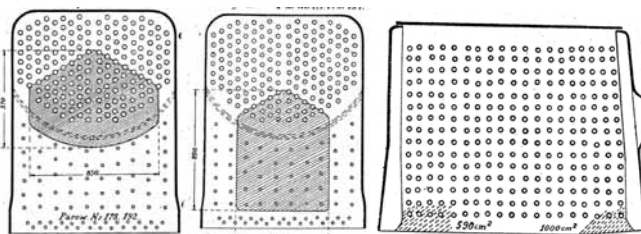
Warsztaty kolejowe we Lwowie już po 3 latach od uruchomienia spawarki prowadziły duże naprawy kotłów za pomocą spawania elektrycznego. W ramach napraw głównych wstawiano łąty w ścianie drzwiczekowej paleniska (rys. 2), łąty na ścianach bocznych (rys. 3) oraz na ścianach sitowych (rys. 4) [6, 9].



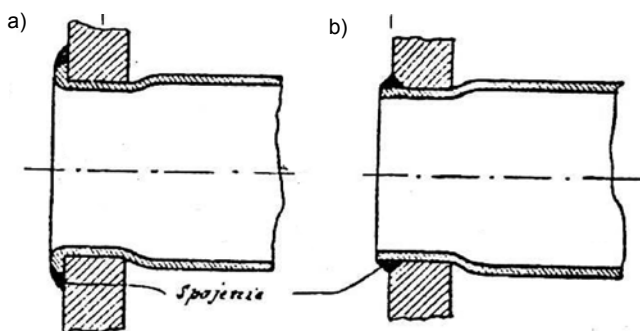
Rys. 2. Wstawianie łąty na ścianie drzwiczekowej paleniska [6]  
Fig. 2. Patch placement in door-wall of furnace [6]



Rys. 3. Wstawianie łąty na bocznych ścianach paleniska [9]  
Fig. 3. Patch placement in side-walls of furnace [9]

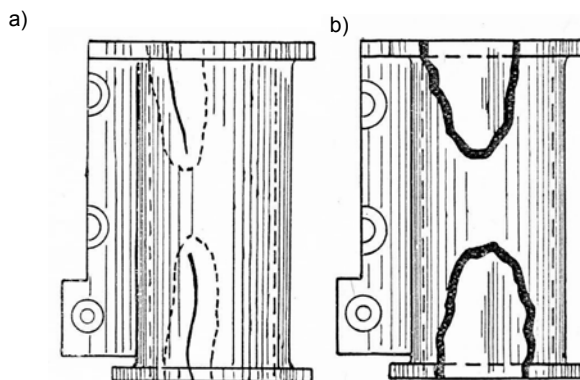


Rys. 4. Wstawianie łąty na ścianach sitowych [9]  
Fig. 4. Patch placement in tube-sheets [9]



Rys. 5. Metody łączenia rur płomieniowych ze ścianami sitowymi [9]  
Fig. 5. Combustion tubes and tube-sheet joining methods [9]

Stosowano również spawanie elektryczne do łączenia rur płomieniowych ze ścianami sitowymi. Początkowo testowano dwie metody łączenia (rys. 5) [9]. W pierwszej w rurach walcowano kołnierze (rys. 5a), po czym brzeg kołnierza spawano ze ścianą sitową, w drugiej spawano rury bez kołnierza (rys. 5b). Lepsze okazało się pierwsze rozwiązanie, więc z drugiego zrezygnowano [7].



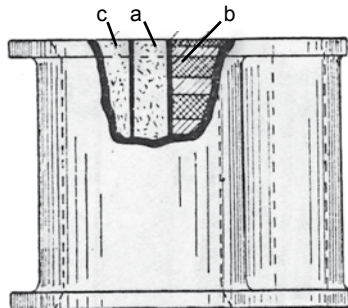
Rys. 6. Cylinder przeznaczony do naprawy [11]: a) zaznaczone fragmenty do wycięcia, b) po odwierceniu i usunięciu odłamków  
Fig. 6. Cylinder to repair [11]: a) marked parts to cut out; b) after drilling and damaged metal removing

Przy wymianie rur płomieniowych spawanych elektrycznie wycinano starą spoinę, ścianę wygładzano i przygotowywano ją do spawania za pomocą specjalnych frezów, po czym postępowano tak jak opisano powyżej.

W Polsce jedynym zakładem wykonującym naprawy cylindrów parowozowych były Warsztaty Kolejowe Poznańskie. Rocznie spawano tam 100 pękniętych cylindrów.

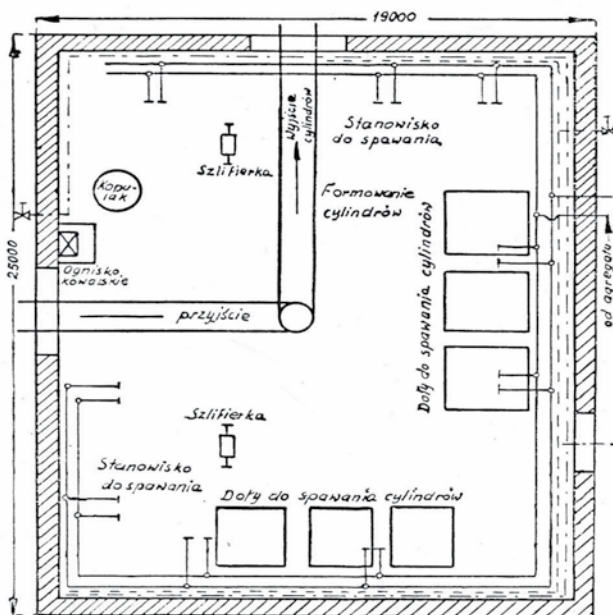
Uszkodzone cylindry czyszczono parą i gorącą wodą z ługiem, a następnie wycinano materiał wokół pęknięcia, poprzez nawiercenie części i usunięcie materiału przecinakiem pneumatycznym (rys. 6) [11].

Przed spawaniem usunięty fragment odformowywano na cylindrze. Do cylindra za pomocą specjalnych sztyftów montowano rusztowanie składające się z metalowych kształtowników. Do rusztowania mocowano blachy, okalające pęknięte miejsca i służące za oparcie płytek węglowych. Płytki te wstawiano do piasku formierskiego, który zapelniał przestrzeń między płytkami, a okalającą blachą. Po odformowaniu wyciętej części cylindra rozdzielano ją płytkami na 2÷3 lub więcej



**Rys. 7.** Schemat spawania cylindra [11]: a – przegrody z płytek ogniotrwałych, b – komory wypełnione piaskiem, c – komora zalewana; pojedyncze kreski – materiał elektrody, podwójne kreski – materiał dolany

**Fig. 7.** Scheme of cylinder welding [11]: a – division made by fire-resistant plates; b – chamber with sand, c – flooded chamber; single lines – electrode metal, double lines – added metal



**Rys. 8.** Plan spawalni Warsztatów Poznańskich [11]  
**Fig. 8.** Welding shop plan in Warsztaty Poznańskie [11]

„działek” (rys. 7), po czym cylinder opuszczano do dołu spawalniczego (rys. 8), gdzie nagrzewano go węglem drzewnym przez 2÷3 godziny.

Do spawania cylindrów stosowano elektrody własnej produkcji, odlane w specjalnych formach. W skład tych elektrod wchodziło 25% surówki, 60% złomu żeliwnego i 15% złomu stalownego. Do spawania grubszych odlewów używano elektrod o średnicy 13 mm, a do cieńszych o średnicy 8 mm. Po połączeniu bieguna dodatniego do cylindra, a ujemnego do uchwytu spawalniczego rozpoczynano spawanie w pierwszej działce. Łuk topił elektrodę i krawędź wycięcia. Do spawania wycięcia o wielkości 0,2 m<sup>2</sup> potrzeba było 100 kg żeliwa i przy natężeniu 450 A ok. 30 godzin pracy dwóch robotników. W celu ułatwienia i potania procesu w miejsce spawania dolewano 5÷20 kg ciekłego żeliwa. Żeliwo to, otrzymywane w tzw. kopułkach (żeliwiakach), miało skład chemiczny taki sam jak elektrody spawalnicze. Po wlaniu żeliwa spawacz ogrzewał je łukiem, co pozwalało na wymieszanie go z materiałem stopionej elektrody. Dodawanie ciekłego żeliwa i rozgrzewanie go łukiem powtarzano kilka razy, do momentu wypełnienia działki. Tak samo postępowano z działkami 2 i 3. Po ukończeniu spawania miejsce spawane zabezpieczano blachą, a cylinder zasypywano ziemią, pod którą stygł 5÷6 dni [12].

Koszty naprawy cylindrów, w porównaniu z ceną cylindrów nowych, przedstawiono na rysunku 9 [12].

Spawanie elektryczne stosowano również do naprawy zestawów kołowych taboru [13]. Spawano pęknięte szprychy kół i pęknięcia wieńca koła bosego oraz napawano osie wagonowe i parowozowe, czopy korbowe i wiązarowe, podpiasty osi, wytarte piasty na wewnętrznych czołowych powierzchniach, a także wytarte i podcięte obrzeża obręczy. Wytrzymałość uzyskanych połączeń wynosiła

TREŚĆ	1926	1927	1928
Ilość cylindrów spawanych w poszczególnych latach.	60	83	131
Ilość dokonanych spawań	108	114	228
Koszt robocizny i materiału w zł.	22680	23940	47880
Przybliżony koszt nowych cylindrów w zł.	82320	113876	179732
Oszczędności w zł.	59640	99936	131852

**Rys. 9.** Koszty naprawy cylindrów w latach 1926-1928 [12]  
**Fig. 9.** Cylinder repair costs in 1926-1928 [12]



85÷100% wytrzymałości materiału rodzimego, natomiast plastyczność była niewielka [13].

Szczególne znaczenie dla gospodarki miało napawanie obręczy kół. Tradycyjna metoda naprawy obręczy wymagała demontażu i przetoczenia wszystkich kół. Samo wyciąganie zestawu kołowego kosztowało ok. 300 zł i trwało 5 dni. Stosując spawanie, naprawę wykonano bez demontażu i trwała ona tylko 3 godziny przy kosztach ok. 20 zł [14].

Korzyści płynące z wykorzystania spawania do napraw i regeneracji elementów wagonów i parowozów, a także tendencja do coraz szerszego stosowania metali zamiast drewna, skłoniły konstruktorów do zastosowania spawania w budowie taboru kolejowego. Monolityczny charakter konstrukcji spawanych sprawił, że przy tej samej wytrzymałości były one lżejsze i sztywniejsze niż nitowane.

Wagon węglarka nitowany o ładowności 63,5 t ważył 27 t, podczas gdy wagon spawany, o tej samej ładowności, tylko 22 t, czyli tyle, ile ważył wagon nitowany o ładowności 45,5 t. Tak więc, przy tym samym ciężarze własnym można było przewieźć 18 t więcej węgla. W porównaniu z najlżejszym nitowanym wagonem innych konstrukcji, o znacznie zmniejszonej pojemności, oszczędność masy wynosiła 8,6%, a zwiększenie pojemności 8,9% [15].

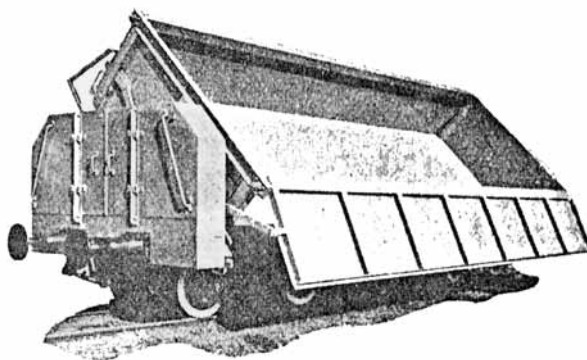
O wyborze metody spawania decydował rodzaj wykonywanego obiektu oraz jego przeznaczenie, a także koszt wytwarzania [16].

Spawanie łukowe, przy ówczesnym stanie techniki, mogło być tańsze od acetylenowo-tlenowego tylko przy bardzo niskich cenach prądu i przy pracach podrzędnych, niewymagających drogich elektrod otulonych. W związku z tym elementy o większych przekrojach spawano acetylenem, a łuk stosowano jedynie do cieńszych blach [15].

W Polsce spawanie w budowie taboru kolejowego wprowadzono na początku lat trzydziestych ubiegłego wieku [17]. Etapem pośrednim do wprowadzenia wagonów całkowicie spawanych były wagony-meblarki, wykonane w Zakładach Ostrowieckich, które miały spawane pudło i, na żądanie Ministerstwa Komunikacji, nitowane podwozie [18]. Spawanie zastosowano również w tych Zakładach do budowy pługów do odśnieżania typu Björk. Dzięki zastosowaniu spawania osiągnięto bardzo wytrzymałą konstrukcję, gdyż ostoja, szkielet pudła i płaszcz tworzyły jedną całość, dającą gwarancję pełnej sztywności. Uzyskanie, w wyniku spawania, gładkich powierzchni pozwoliło na zminimalizowanie oporu.

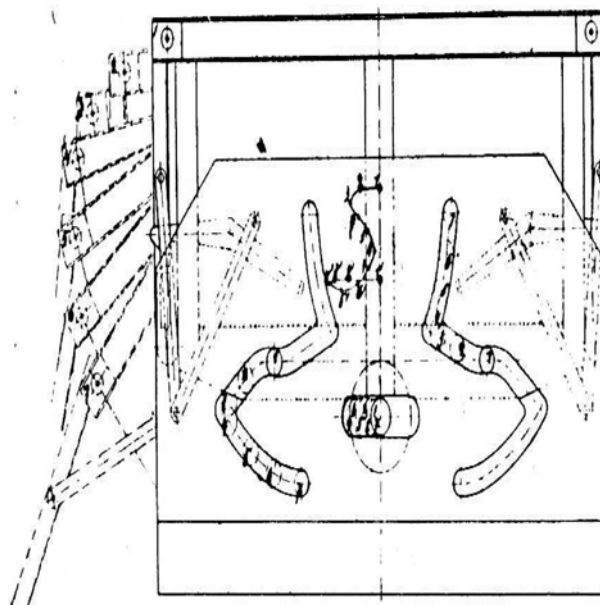
Ponadto gładka powierzchnia i szczelność połączenia zmniejszyły niebezpieczeństwo korozji. Właśnie ze względu na korozję w Zakładach Lilpop, Rau i Loewenstein stosowano spawanie łukowe na tzw. szwach zaciekowych, gdzie występowało niebezpieczeństwo przenikania wody deszczowej [18].

Jednymi z pierwszych wagonów całkowicie spawanych były wykonane przez Zakłady Ostrowieckie na zamówienie Sowpoltorgu (ZSRR) wagony



Rys. 10. Wagon przechylony [22]

Fig. 10. Side-dump car [22]



Rys. 11. Schemat urządzenia wywracającego [22]

Fig. 11. Scheme of unloading system [22]

„samoopróżniacze” (samowyladowcze) (rys. 10, 11). Wagony te spawano wyłącznie elektrycznie, stosując elektrody „Jotem”, wytwarzane w Zakładach [22].

W tym samym czasie zbudowano całkowicie spawane wagony osobowe oraz wagony-platformy, a w 1934 r. w Zakładach H. Cegielskiego wykonano pierwszy polski wagon spalinowy dla ruchu pospiesznego, całkowicie spawany [17].

W bardzo szerokim zakresie stosowano spawanie w budowie lokomotyw kopalnianych [19]. Rama lokomotywy, składająca się z blach o grubości 15 i 20 mm była całkowicie spawana elektrycznie. Stosowano spoiny przerywane w odcinkach 130/130 mm i 150/150 mm, przy grubości spoiny równej 0,7 grubości cieńszej z łączonych blach. Spawane były również budki, zderzaki, sanie pod silnik oraz szkielety poszycia. Do łączenia końcówek elementów przegrzewaczowych oraz belek poprzecznych hamulcowych stosowano zgrzewanie oporowe [19].

W Warszawskiej Sp. Akc. Budowy Parowozów spawalnia była wyposażona w 3 urządzenia do spawania elektrycznego, pracujące na dwie zmiany, i 12 palników

acetylenowo-tlenowych [20]. Spawanie elektryczne stosowano jedynie do elementów kutych lub walcowanych, gdyż normy urzędowe zabraniały spawania odlewów w produkcji parowozów.

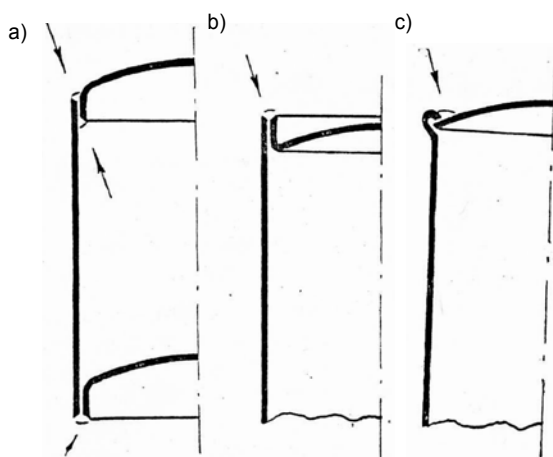
Jednym z elementów spawanych był zbiornik na powietrze stosowany w hamulcach Westinghous'a (rys. 12). Spoinę wzdłużną wykonano acetylenem, a obwodową elektrycznie. Było to związane z większą porowatością i kruchością spoiny uzyskanej łukiem, co w zbiornikach pracujących pod zmiennym ciśnieniem mogło powodować powstawanie pęknięć [20]. Mniej odpowiedzialne zbiorniki, jak garnki wydmuchowe, zbiorniki na ropę i gaz, spawano wyłącznie elektrycznie. Również łukiem spawano kadzie wodne parowozów, dymnice, pierścienie dymnicze służące do usztywnienia dymnicy, skrzydła i narożniki palenisk, końcówki elementów rurowych przegrzewaczy, kątowniki pomostowe, ramki usztywniające podwozie, garnki zlewne przy tendrach itp. [21].

Niezwykle szeroko stosowano spawanie, i to zarówno elektryczne, jak i gazowe, przy produkcji wagonów motorowych i autobusów szynowych [23+28].

Wagon motorowy był to pojazd szynowy o niezależnym napędzie własnym, osadzony na podwoziu charakterystycznym dla wagonu kolejowego, jednocześnie posiadający pewną liczbę przedziałów do przewożenia pasażerów lub bagażu [24]. Pojazd ten był wyposażony w osie typu kolejowego, z zewnętrznym, w stosunku do łożysk, umieszczeniem resorów i zderzaków, miał koła ze stalowymi bandażami i hamulce działające na obwód kół [23].

W przypadku autobusu szynowego pudło było osadzone na podwoziu typu samochodowego, z kołami umieszczonymi wewnątrz w stosunku do resorów i hamulcami samochodowymi [23].

Pierwszy wagon motorowy został zbudowany w 1929 r. przez Zakłady Lilpop, Rau i Loewenstein. Był to wagon o napędzie parowym, z kotłem opalanym mieszanką koksowo-węglową. Rok później w Zakładach H. Cegielskiego w Poznaniu rozpoczęto budowę 9 wagonów parowych w oparciu o dokumentację dostarczoną przez angielską firmę Clayton Ltd.



Rys. 12. Sposoby łączenia den zbiorników na sprężone powietrze [20]  
Fig. 12. Methods of compressed air bottom head joining [20]



Rys. 13. Wagon motorowy Clayton z silnikiem parowym [30]  
Fig. 13. Motor car with steam engine – Clayton type [30]

(rys. 13). Dokumentację tę jednak zmodyfikowano, wprowadzając wiele zmian i ulepszeń, m.in. zmodernizowano kocioł parowy oraz cały zespół wózka motorowego wraz z napędem i maszyną parową [27, 30].

Niewielka prędkość oraz częste awarie kotłów parowych spowodowały, że zaniechano dalszej produkcji takich wagonów [23, 29].

Kolejne rozwiązanie, napęd elektryczny akumulatorowy, również był niedoskonały, gdyż ze względu na bardzo duży ciężar baterii akumulatorowych nie można było ich stosować w wagonach daleko- i szybkobieżnych [23]. W sumie do 1932 r. w sieci PKP eksploatowano 12 parowych wagonów motorowych, 20 elektrycznych akumulatorowych i 5 wagonów z silnikami benzynowymi [29].

Na liniach zelektryfikowanych, Warszawa – Żyrardów, Warszawa – Mińsk Mazowiecki, Warszawa – Otwock, kursowały wagony, których napęd stanowiły 4 elektryczne silniki szeregowo prądu stałego o mocy całkowitej 640 kW. Każdy silnik napędzał, za pomocą czołowej przekładni zębatej, jedną oś wagonu. Szkielet pudła wagonu był zbudowany ze słupków oraz krokwi wykonanych z profili prasowanych. Był on pokryty blachą o grubości 2,5 mm. Blachy ze szkieletem oraz między sobą były łączone za pomocą spawania elektrycznego. Również ostoje wózków nośnych były spawane [24].

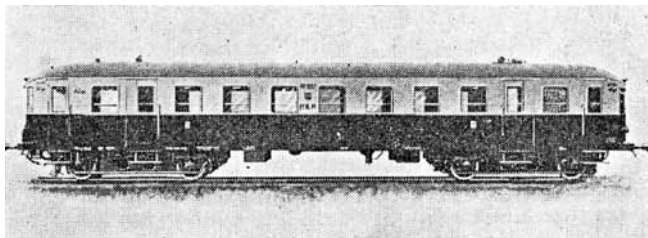
W połowie lat trzydziestych zaczęto budować wagony motorowe napędzane początkowo silnikiem benzynowym, a następnie wysokoprężnym silnikiem Diesla [23, 27, 29].

Pierwsze wagony z silnikiem Diesla wykonano w fabryce H. Cegielskiego i Zakładach Lilpop, Rau i Loewenstein [26]. Podwozia i pudła wagonowe były wytwarzane w kraju, a silniki, przekładnie i aparaturę sterowniczą sprowadzano z zagranicy. Dopiero w 1934 r. powstała pierwsza całkowicie polska produkcja. Silnik, skrzynię biegów, wózek napędny, hamulec pneumatyczny i aparaturę sterowniczą dostarczyła Warszawska Sp. Akc. Budowy Parowozów, a wózek nośny, podwozie, pudło i całkowite wykończenie wnętrza wykonała fabryka Lilpop, Rau i Loewenstein [26]. Do napędu zastosowano silnik wysokoprężny własnej produkcji, skonstruowany przez prof. Ludwika Ebermana [29]. Przekładnię mechaniczną, przenoszącą moc z silnika na koła pędne, również zaprojektował



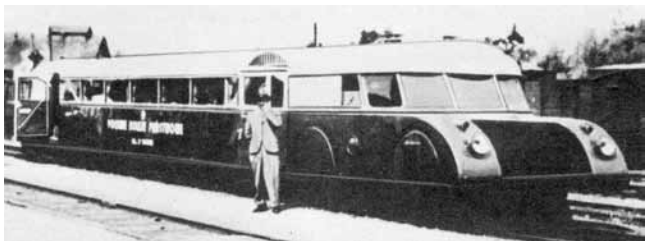
prof. Eberman. Cała konstrukcja pudła wagonu była spawana [26].

Również całkowicie spawany był szkielet stalowy wagonu motorowego zbudowany z profili prasowanych,



Rys. 14. Wagon motorowy lekkiej konstrukcji szybkiej zbudowany w Zakładach H. Cegielskiego [31]

Fig. 14. Light structure motor car made by Zakłady H. Cegielski [31]



Rys. 15. Wagon motorowy – lukstorpeda [29]

Fig. 15. Main view of motor car called Lux-torpeda

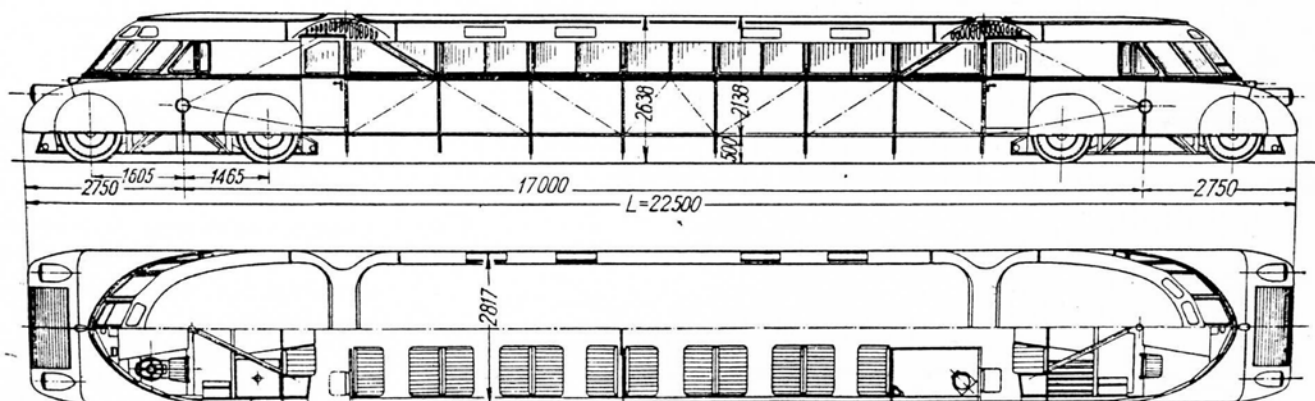
a także ostoja wózka z blach i profili normalnych, wykonane w Zakładach H. Cegielskiego [23, 28, 31]. Wagon ten, o 86 miejscach siedzących, rozwijał na trasie Warszawa – Poznań maksymalną prędkość 130 km/h, przy średniej 108 km/h, a na trasie Poznań – Zbąszyń przy tej samej prędkości maksymalnej, średnia prędkość wynosiła 118 km/h (rys. 14) [28, 31].

Do 1939 r. w HCP zbudowano 23 wagony motorowe szybkie z silnikiem spalinowym, w pierwszej wersji z przekładnią mechaniczną, od 1936 r. z przekładnią hydrauliczną, a od 1937 r. elektryczną [31].

W połowie 1936 r. Fabrykę Lokomotyw w Chrzanowie opuścił pierwszy wagon motorowy z rodziny luks-torpeda (rys. 15, 16) [25, 29].

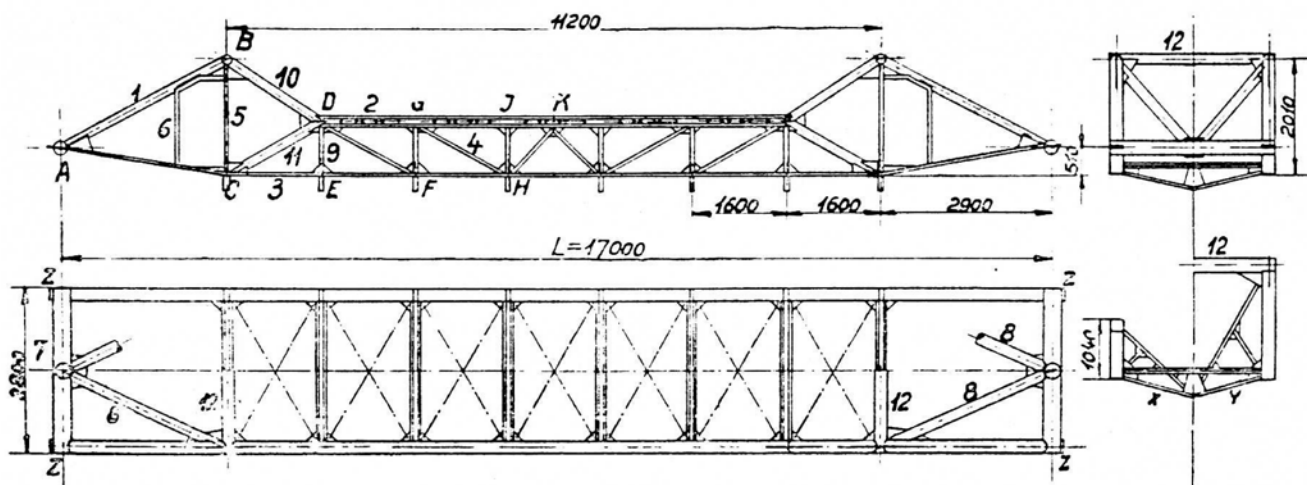
Konstrukcję wagonu oparto na dokumentacji technicznej firmy Steyr-Daimler-Puch A.G., jednak podwyższono o 50% moc przez zastosowanie silnika wysokoprężnego, zmieniono konstrukcję wózków, układ wentylacyjny i oświetleniowy, a także zmniejszono liczbę miejsc. Dzięki zastosowaniu prasowanych profili stalowych oraz rur ze stali o wysokiej wytrzymałości, aluminium, siluminu i blach karoseryjnych udało się obniżyć ciężar wagonu do 28 t [25].

Szkielet główny wagonu był całkowicie spawany i składał się z dwóch półram połączonych za pomocą



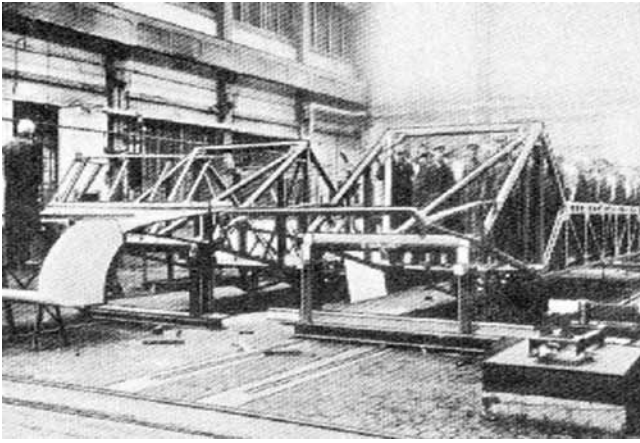
Rys. 16. Wymiary lukstorpedy [25]

Fig. 16. Lux-torpeda dimensions [25]



Rys. 17. Szkielet główny spawany w zakładach w Chrzanowie [25]

Fig. 17. Main frame structure welded in Chrzanów [25]



Rys. 18. Próba obciążenia gotowej ramy nadwozia [29]

Fig. 18. Loading test of frame bodywork [29]

6 kratowych poprzecznic X pośrodku, 2 poprzecznic Y i dwóch sekcji rurowych na końcach szkieletu (rys. 17).

Węzły rurowe były spawane płomieniem acetylenowo-tlenowym, pozostałe połączenia wykonano łukiem elektrycznym. Do spawania stosowano elektrody i drut produkcji krajowej, przy czym w tamtym okresie produk-

cja elektrod do spawania stali o wysokiej wytrzymałości dopiero się rozpoczynała.

Połączenia cienkich blach (2 i 3 mm) wykonywano spoinami jednowarstwowymi, a grubszych wielowarstwowymi, przy użyciu cieńszych elektrod, co pozwoliło uniknąć utwardzenia spoiny i SWC. Ogólnie 75% spoin wykonano za pomocą spawania elektrycznego, resztę acetylenowo-tlenowego, przy czym przeważnie stosowano spoiny czołowe.

Po zakończeniu robót montażowych i spawalniczych każdy szkielet obciążano, umieszczając na nim pomost z 80 ludźmi, po 10÷12 osób na każdym przęśle (rys. 18) [25].

Do końca 1936 r. w Zakładach w Chrzanowie wykonano pięć wagonów motorowych i skierowano je do obsługi linii Kraków – Warszawa i Kraków – Zakopane, jako luksusowe pociągi ekspresowe [29].

Dwudziestolecie międzywojenne to okres szybkiego rozwoju PKP, wybudowano wtedy wiele nowych linii i połączeń, wprowadzono nowoczesną trakcję spalinową i elektryczną, odbudowano tabor i rozpoczęto budowę nowego w oparciu o przemysł krajowy. Spawanie, jako pewna i szybka metoda łączenia, w sposób istotny przyczyniło się do tego rozwoju.

## Literatura

- [1] Strausfogel I.: Warsztaty kolejowe i praktyka warsztatowa. Drukarnia Państwowa, Warszawa 1925, s. 59-63.
- [2] Bieliński A.: Spawanie miedzi w kolejnictwie. Inżynier Kolejowy 1939, nr 4, s. 136.
- [3] Czaykowski S.: Naprawa żelaznych palenisk kotłów parowozowych za pomocą spawania. Spawanie i Cięcie Metali 1929, nr 6, s. 90-94.
- [4] Czaykowski S.: Naprawa ścian miedzianych palenisk parowozów za pomocą spawania acetylenowo-tlenowego. Spawanie i Cięcie Metali 1929, nr 4, s. 136.
- [5] Lisowski W.: Zastosowanie spawania acetylenowego do naprawy miedzianych palenisk kotłów parowozowych. Spawanie i Cięcie Metali 1931, nr 8, s. 120-123.
- [6] Proczkowski M.: Uszkodzenia kotłów parowozowych i ich naprawa. Czasopismo Techniczne 1923, nr 19, s. 281-285.
- [7] Dobrowolski Z.: Z dziejów spawalnictwa w Polsce. Przegląd Spawalnictwa 1977, nr 3, s. 49-51.
- [8] Nestor spawalnictwa – rozmowa z prof. Dominikiem Syryjczykiem. Przegląd Spawalnictwa 1978, nr 3, s. 21-23.
- [9] Proczkowski M.: Uszkodzenia kotłów parowozowych i ich naprawa. Czasopismo Techniczne 1923, nr 20, s. 298-303.
- [10] Lisowski W.: Zastosowanie autogenicznego spawania do naprawy miedzianych palenisk kotłów parowozowych. Inżynier Kolejowy 1932, nr 6, s. 131-135.
- [11] Lisowski W.: Naprawa pękniętych cylindrów parowozowych w Poznańskich Warsztatach PKP. Spawanie i Cięcie Metali 1930, nr 1, s. 3-6.
- [12] Lisowski W.: Naprawa pękniętych cylindrów parowozowych w Poznańskich Warsztatach PKP. Spawanie i Cięcie Metali 1930, nr 2, s. 31-35.
- [13] Strausfogel I.: Zastosowanie spawania do naprawy zestawów kołowych taboru kolejowego. Spawanie i Cięcie Metali 1928, nr 4, s. 5-9.
- [14] Szejnowski P.: Naprawa obręczy kół parowozowych. Spawanie i Cięcie Metali 1929, nr 3, s. 46.
- [15] Tułacz P., Golling F.: Spawane wagony kolejowe. Inżynier Kolejowy 1932, nr 9, s. 198-200.
- [16] Budowa wagonów osobowych spawanych. Spawanie i Cięcie Metali 1928, nr 1, s. 5-9.
- [17] Świdzki Z.: Działalność Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa w zakresie spawalnictwa. Przegląd Spawalnictwa 1980, nr 11, s. 5.
- [18] Szner A., Dobrowolski Z.: Spawanie. Spawanie i Cięcie Metali 1932, nr 5-6, s. 81-82.
- [19] Szumowski A.: Zastosowanie spawania i cięcia metali w budowie lokomotyw. Spawanie i Cięcie Metali 1934, nr 6, s. 107-109.
- [20] Daniszewski W.: Spawanie w Warszawskiej Sp. Akc. Budowy Parowozów. Spawanie i Cięcie Metali 1930, nr 5, s. 82-84.
- [21] Daniszewski W.: Spawanie w Warszawskiej Sp. Akc. Budowy Parowozów. Spawanie i Cięcie Metali 1930, nr 6, s. 109-112.
- [22] Wagony samoopróżniacze 30-tonowe dla Z.S.R.R. Inżynier Kolejowy 1933, nr 6, s. 147-149.
- [23] Dakura S.: Wagon motorowy. Mechanik 1934, z. 11, s. 221-229.
- [24] Zieliński J.: Elektryfikacja węzła kolejowego warszawskiego. Wiadomości Elektrotechniczne 1937, nr 1, s. 13-14.
- [25] Szumowski A.: Lekkie i szybkobieżne całkowicie spawane wozy motorowe (lux-torpedy) na PKP. Przegląd Mechaniczny 1936, nr 15-16, s. 561-569.
- [26] Gutowski M.: Polski wagon silnikowy. Przegląd Techniczny 1935, nr 5, s. 93-95.
- [27] Popowicz S.: Budowa wagonów motorowych w Polsce i wymagania ruchu. Przegląd Mechaniczny 1935, nr 23, s. 802-807.
- [28] Tymieński T.: Wprowadzenie krajowych wozów silnikowych na PKP. Życie Techniczne 1935, nr 8, s. 232-236.
- [29] Pokropiński B.: Lux-torpeda PKP. WKiŁ, Warszawa 1988.
- [30] [www.naukaitechnika.pl/archiwum\\_tekniki/pdf](http://www.naukaitechnika.pl/archiwum_tekniki/pdf)
- [31] Tatar F.: Budowa wagonów w Zakładach H. Cegielski. Biuletyn Techniczny 1959, nr 7-8, s. 57-67.