

# Spawanie w budowie pojazdów do 1939 r. (z teki Jacka Lassocińskiego)

## Vehicle welding before 1939 (from Jacek Lassociński's portfolio)

### Streszczenie

W artykule przedstawiono krótką historię roweru; od konstrukcji drewnianej do bliskiej rowerom współczesnym. Opisano również polskie spawane konstrukcje samochodowe i zastosowanie spawania w budowie rowerów.

**Słowa kluczowe:** spawanie, motoryzacja

### Abstract

The paper presents the short story of bicycle: from wood structure to such as current used. Some of polish car body welded structures and the use of this techniques for bicycle welding are also presented.

**Key words:** welding, automotive industry

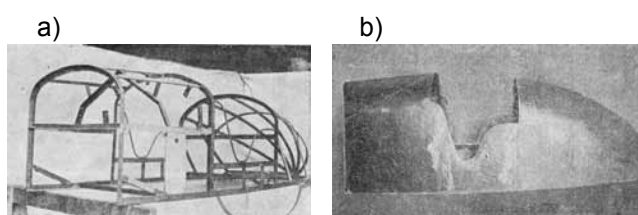
### Wstęp

Spawanie w produkcji samochodów rozwinęło się w latach trzydziestych XX wieku, jednak już wcześniej czyniono próby wykonywania karoserii tą metodą.

Wyeliminowanie połączeń nitowanych zwiększało trwałość konstrukcji, ponieważ zapewniało uniknięcie pęknięć, które przy normalnym użytkowaniu rozpoczynały się w miejscu nitowania. Ponadto wykonanie ramy i szkieletu samochodu jako jednej całości pozwalało uzyskać konstrukcję nadzwyczaj sztywną i wytrzymałą. Szkielet karoserii stanowił wówczas element nośny, współpracujący z ramą [1]. Był on wykonywany z kątowników i płaskowników (rys. 1a), które cięto palnikiem gazowym na odpowiedniej długości elementy, a następnie spawano je płomieniem acetylenowo-tlenowym. Tak przygotowany szkielet pokrywano blachą aluminiową (rys. 1b) [2].

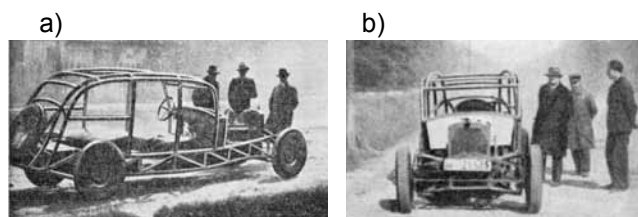
Spawanie umożliwiło znaczne zmniejszenie ciężaru samochodu. Samochód ze szkieletem spawanym wykonanym z elementów o przekroju kwadratowym ważył o 300 kg mniej niż podobne konstrukcje nitowane i skręcane [3]. Spawane konstrukcje rurowe miały też tę zaletę, że mogły być produkowane w małych zakładach, bez konieczności zakładania wielkich wytwórni wyposażonych w kosztowne oprzyrządowanie [1].

Pierwsze próby budowy w Polsce samochodu o konstrukcji szkieletowej spawanej z rur zostały podjęte w 1927 r. w zakładach samochodowych Gustaw Spöttle w Bydgoszczy. Samochód ten był wyposażony w używany silnik i części mechaniczne pochodzące z samochodu Essex. W kolejnej konstrukcji firmy Spöttle karoseria pełniła funkcję ramy, współpracując w przenoszeniu obciążeń z podłużnicami kratowymi, z którymi stanowiła całość (rys. 2) [1]. Oprócz



**Rys. 1.** Szkielet karoserii: a) widok z przodu, b) szkielet pokryty blachą aluminiową [2]

**Fig. 1.** Car body structure: a) front view, b) aluminium plates structure [2]



**Rys. 2.** Szkielet samochodu osobowego z rur spawanych (a) i gotowy samochód (b) [1]

**Fig. 2.** Pipes welded structure of car body (a) and a car (b)

**Dr inż. Anna Pocica** – Politechnika Opolska.

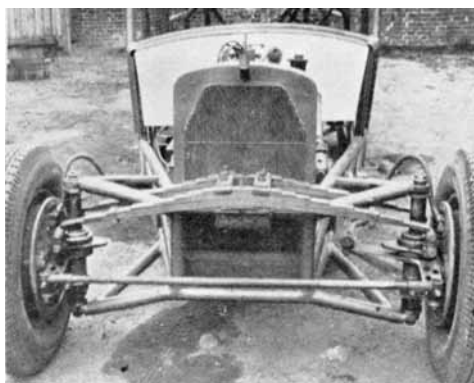
*Autor korespondencyjny/Corresponding author:*  
apocica@po.edu.pl

ciekawej konstrukcji szkieletu w samochodach tych zastosowano niezależne zawieszenie przednich kół (rys. 3) i zawieszenie tylne na wahaczu, którego ramiona opierały się na resorach za pośrednictwem poduszek gumowych (rys. 4) [1]. Oba nowatorskie rozwiązania zostały opracowane i opatentowane w Polsce.

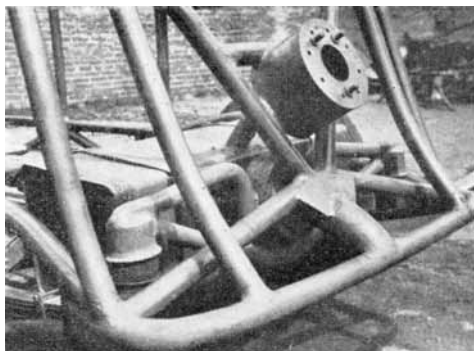
Konstrukcje szkieletowe stosowano również w budowie krajowych samochodów ciężarowych (rys. 5) [4].

Wprowadzenie sztywnych podwozi spowodowało, że konstruktorzy wzmocnili klasyczną ramę samochodu przyspawanymi łukowo blachami bądź też wstawiali poprzeczno-środkowe wiązania. Zaczęto również budować podwozia z blach całkowicie spawanych. Rama taka była o 60 kg lżejsza od klasycznej ramy z belek korytkowych [5].

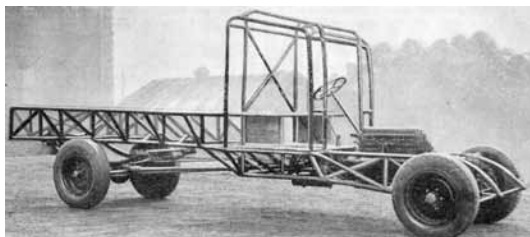
Wybór metody spawania zależał od wielkości produkcji, konstrukcji samochodów, a także umiejętności robotników wykonujących prace spawalnicze.



Rys. 3. Niezależne zawieszenie przednich kół (patent polski) [1]  
Fig. 3. Independent suspension front wheels (Polish patent) [1]



Rys. 4. Oparcie podwozia na tylnych resorach za pomocą wahacza (patent polski) [1]  
Fig. 4. The back of the chassis to the rear suspension using the rocker (Polish patent) [1]

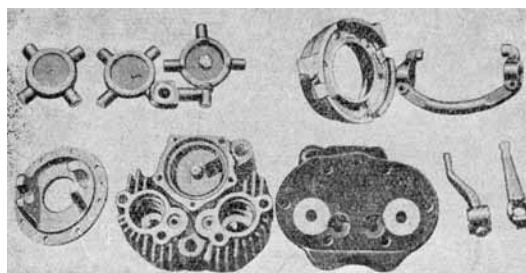


Rys. 5. Szkielet samochodu ciężarowego wykonany z rur spawanych [4]  
Fig. 5. The frame of truck made by welded pipes [4]

Podwozie samochodu Austro-Daimler, wykonane jako konstrukcja kratowa z kształtowników i blach spawanych na styk (doczołowo), zespawano palnikiem acetylenowo-tlenowym. Ramy firmy Delage spawano łukiem elektrycznym, wykonując spoiny krawędziowe. Z kolei Peugeot stosował ceowniki z wywiniętymi krawędziami zgrzewane punktowo, a krajowe podwozia z rur spawano gazowo [6].

Karoserie samochodów spawano wszystkimi wymienionymi metodami, a także zgrzewano je iskrowo, szczególnie w przemyśle amerykańskim i francuskim [6]. Oprócz podwozi i karoserii spawano także wahacze samochodowe, wykonywane z blach prasowanych i spawane z ich połówek lub z rur [7].

Do utwardzania części pojazdów samochodowych stosowano napawanie powierzchni roboczych (rys. 6 i 7), co zdecydowanie wydłużało ich żywotność [8].



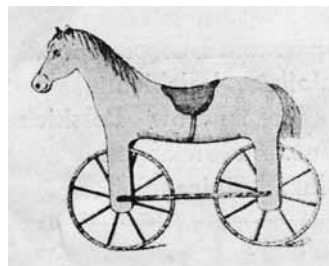
Rys. 6. Części samochodowe utwardzone przez napawanie [8]  
Fig. 6. Car parts hardened by pad welding [8]



Rys. 7. Przyrząd do napawania gniazd zaworowych [8]  
Fig. 7. Apparatus for welding valve seats [8]

Opisując historię wytwarzania pojazdów drogowych, nie można zapomnieć o historii roweru.

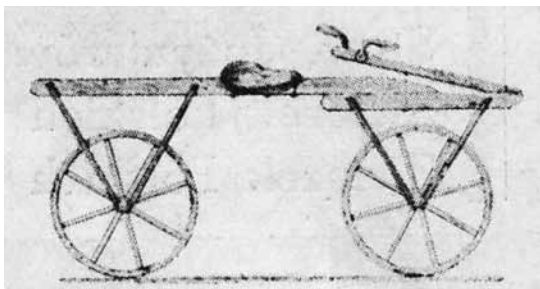
Pierwowzorem dzisiejszego roweru był pojazd zbudowany we Francji w 1790 r. pod nazwą *celerifère*, co można przetłumaczyć jako *przyspieszacz* (rys. 8) [9]. Był to drewniany koń ustawiony na 2 kołach, a zmianę kierunku ruchu pojazdu uzyskiwano przez uderzenia w jego głowę.



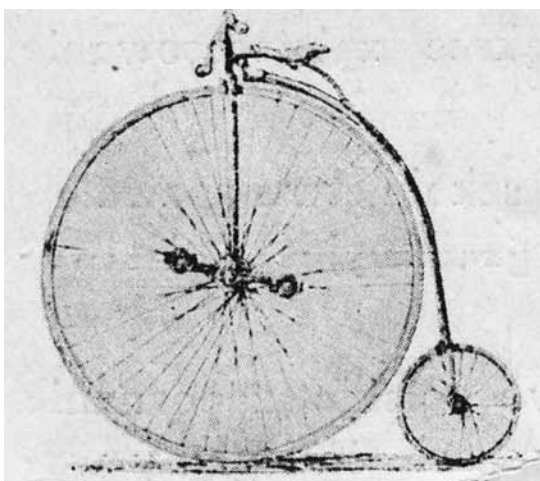
Rys. 8. Przyspieszacz w kształcie konia [9]  
Fig. 8. Accelerant in the horse shape [9]

Kolejna konstrukcja, dreznina, była już wyposażona w specjalne urządzenie kierownicze i miała napęd na przednie koło (rys. 9). Rower ten był całkowicie wykonany z drewna, tylko koła miały stalowe obręcze. Potem drewno zostało zastąpione przez rury stalowe, wprowadzono przednie widełki, a w 1869 r. zwiększono średnicę przedniego koła (rys. 10).

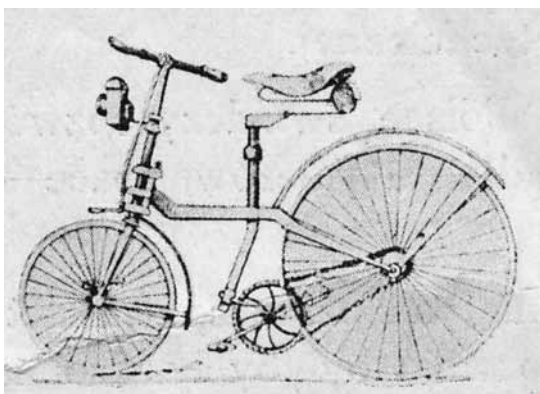
W 1885 r. wprowadzono rowery z tylnym kołem napędowym, dzięki zastosowaniu przekładni łańcuchowej i „korby pedałowej” (rys. 11). Rower ten miał konstrukcję praktycznie niezmienną przez lata; na sztywnej stalowej ramie umieszczone było siodełko, w dolnej części znajdowały się pedały, koło przednie było prowadzące, a tylne napędowe [9].



Rys. 9. Dreznina [9]  
Fig. 9. Motor car [9]



Rys. 10. Bicykl [9]  
Fig. 10. Bicycle [9]



Rys. 11. Rower z 1886 r. [9]  
Fig. 11. Bicycle from 1886 [9]

W Polsce rowery zaczęto produkować na początku XX w. [10]. Do września 1939 r. przemysł rowerowy obejmował 79 zakładów różnej wielkości i zatrudniał ok. 3000 robotników. Produkowano rowery męskie, damskie, dziecięce, turystyczne, wyścigowe, półwyścigowe, a także wózki rowerowe i części do rowerów [12, 13].

Znaczny wpływ na rozwój przemysłu rowerowego miała wojna celna z Niemcami, która rozpoczęła się w 1925 r. po wygaśnięciu konwencji górnośląskiej przyznającej Polsce prawo do bezcłowego wywozu określonych towarów z Górnego Śląska do Niemiec [14].

W wyniku tej wojny rozpoczęto w Polsce wytwarzanie łączników kształtowych, co pozwoliło na całkowite uniezależnienie się od importu przy produkcji lutowanych ram rowerowych. Łączniki, ramy, a także widełki wytwarzano z polskich materiałów, a ich jakość dorównywała najlepszym częściom zagranicznym [15]. Dzięki radykalnemu podwyższeniu cła na sprowadzane rowery ich produkcja w kraju stała się opłacalna i znacząco wzrosła.

Duży popyt na rowery, wynoszący rocznie ok. 125 tys. szt., był zaspokajany przez 4 głównych krajowych producentów jedynie w połowie, 40 tys. rowerów sprowadzano z zagranicy, a brakujące 25 tys. szt. wytwarzały nowo powstałe warsztaty [15].

Spajanie w produkcji rowerów zastosowano dużo wcześniej niż w przemyśle motoryzacyjnym. Już w 1899 r. ramy rowerowe były łączone za pomocą lutowania, a 6 lat później zaczęto stosować spawanie [9].

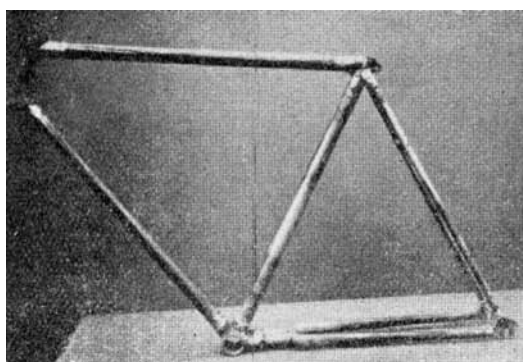
Lutowanie, ze względu na obniżenie plastyczności i niejednorodność, a także małą wytrzymałość ram na zginanie zaczęto ograniczać, zastępując je całkowicie spawaniem [16].

Zastosowanie spawania zamiast lutowania rowerów pozwalało zmniejszyć ciężar konstrukcji, a także ułatwiało dostosowanie produkcji do zmian konstrukcyjnych lub wymiarowych. Proces spawania, chociaż mniej wydajny, był tańszy, gdyż nie wymagał tylu zabiegów przygotowawczych i wykańczających (tabl. I) oraz dodatkowych łączników i skomplikowanej kształtki pedałowej, której obróbka była kłopotliwa i kosztowna [9].

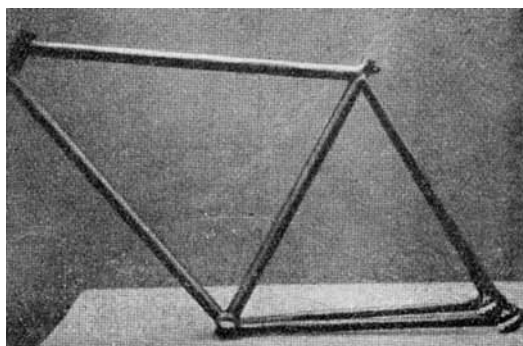
Początkowo spawanie stosowano w dużych fabrykach, doskonale technicznie przygotowanych, lecz czasem zaczęto je również wprowadzać w mniejszych zakładach, nie zawsze uzyskując pożądaną efekt, gdyż ramy często pękały w miejscu spawania, co podważyło zaufanie odbiorców do rowerów spawanych. Pęknięcia nie były jednak efektem przyjęcia złej metody łączenia, lecz wynikały z nieznaności prawidłowej technologii spawania, braku odpowiednich urządzeń, a także wysoko wykwalifikowanych spawaczy [17]. Pękaniu ram miał zapobiec wynalazek inż. E. Milewicza, który zaproponował, by elementy rur i widełek w miejscu łączenia gwintować przed spawaniem lub też wykonywać na powierzchniach drobne i płytkie nacięcia w różnych kierunkach. Równocześnie rozmiary części składowych ram i widełek powinny być tak dobrane by średnice elementów wewnętrznych były nieco mniejsze niż średnice odpowiednich części zewnętrznych [18].

**Tablica I.** Porównanie procesów lutowania i spawania ram rowerowych [9]  
**Table I.** Assessment of bonding and welding processes of bicycle frames [9]

Rama lutowana (rys. 12)	Rama spawana (rys. 13)
<ul style="list-style-type: none"> <li>– dwa łączniki przy kierownicy i jeden łącznik przy siodle</li> <li>– kształtka pedałowa z dwoma odgałęzieniami na mocowanie rurek ramy; całość dokładnie obrobiona</li> <li>– oczyszczanie końcówek rurek przed lutowaniem</li> <li>– obróbka końcowa rurek</li> <li>– założenie łączników, wiercenie i przewlekanie zawleczek</li> <li>– lutowanie z szybkością 5-6 ram na godz.; zużycie na 1 ramę 2-3 m<sup>3</sup> gazu świetlnego, odpowiednia ilość lutu mosiężnego oraz topnika</li> <li>– oczyszczanie szczotkami stalowymi, piaskowanie, szlifowanie ręczne i prostowanie na płycie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nie ma łączników</li> <li>– zwykła rurka stalowa</li> <li>– bez oczyszczania</li> <li>– ta sama czynność</li> <li>– szczepianie palnikiem</li> <li>– spawanie gazowe z szybkością 2 ramy na godz.; zużycie na 1 ramę: 150-200 l tlenu i acetylenu oraz odpowiedniej ilości spoiwa (druć ze stali niskowęglowej)</li> <li>– szlifowanie ręczne i prostowanie na płycie</li> </ul>



**Rys. 12.** Rama lutowana [9]  
**Fig. 12.** Soldered frame [9]



**Rys. 13.** Rama spawana [9]  
**Fig. 13.** Welded frame [9]

Uzyskanie prawidłowego i wytrzymałego połączenia wymagało również doboru odpowiedniego gatunku rur, materiału dodatkowego, palnika i wreszcie personelu [19]. Do wytwarzania ram zalecano stosowanie rur ze stali o wyższej jakości, bez zanieczyszczeń, przechodzących w czasie topienia materiału do spoiny, co mogło spowodować spadek jej wytrzymałości [11]. Skład chemiczny materiału rur, stosowanych we Francji, podano w tablicy II [9]. Ponadto, nie można było spawać rur uprzednio lutowanych, gdyż wprowadzenie miedzi z lutu do złącza powodowało powstanie twardych i kruchych faz [20]. Rury specjalne, przeznaczone do produkcji ram rowerowych, miały na końcach zgrubienie, które eliminowało niebezpieczeństwo wytopienia materiału, co się często zdarzało przy rurach cienkościennych [19].

Za najlepszy materiał dodatkowy do spawania uznano „żelazo szwedzkie”, czyli stal niskowęglową, a także stal zawierającą pewną ilość niklu. Średnica drutu zależała od grubości spawanych rur [16].

Niezwykle istotny był dobór palnika i technologii wykonania złącza. Najlepszy był palnik o wydajności 150÷200 l acetylenu na godzinę. Większe palniki umożliwiłyby przyspieszenie spawania, jednak wymagałyby to zastosowania drutu o większej średnicy, co utrudnia jego prowadzenie, a także może powodować przegrzanie lub wytopienie materiałów łączonych [20]. Po spawaniu części łączone pokrywano matą azbestową, zapewniającą wolne chłodzenie złącza [16].

Rower wytwarzany w latach trzydziestych XX w. miał dużo części składowych wykonywanych metodą spawania. Były to ramy – spawane z rur okrągłych, widełki przednie i tylne wykonywane z rur stożkowych, łączniki wykonane ze spawanych odlewów. Również przy łączeniu poszczególnych elementów roweru, takich jak: bagażnik, skrzynka pedałowa, uchwyty do pompki czy błotniki stosowano spawanie palnikiem acetylenowo-tlenowym.

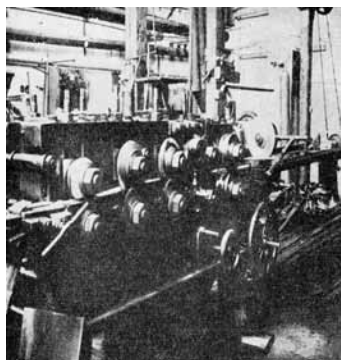
Rury okrągłe, które były spawane ze zwijanych blach stalowych, wytwarzano na automatycznych urządzeniach do spawania (rys. 14). Zwinęta i dokładnie skalibrowana rura przesuwała się ze stałą szybkością pod „wielopłomiennym” palnikiem. Po spawaniu złącze szlifowano. Wydajność maszyny wynosiła 310 m spoiny na godzinę, przy spawaniu rur o średnicy 30 mm i grubości ścianki 1,5 mm. Zużycie gazów wynosiło 11,5 l tlenu i 9,9 l acetylenu na metr bieżący spoiny [9].

Rury stożkowe stosowane na widełki były spawane ręcznie z odpowiednio wygiętej i wytłoczonej blachy. Przy grubości ścianki 1 mm prędkość spawania wynosiła 30÷40 m/h. Podczas spawania jednej rury kolejna znajdowała się obok, przez co uzyskiwano nagrzewanie materiału przed spawaniem [9]. Po spawaniu rury wyginano, nadając im odpowiedni kształt (rys. 15), co jednocześnie pozwalało sprawdzić wydłużenie zarówno rury, jak i spoiny [9].

Łączniki były spawane w specjalnym uchwycie sprężynowym obracającym się wokół osi poziomej. Po wykonaniu jednej spoiny urządzenie obracano o 180° i wykonywano drugą spoinę. W ciągu godziny

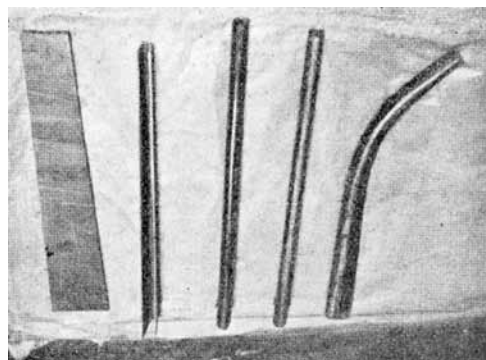
**Tablica II.** Skład chemiczny materiału rur ram rowerowych [9]  
**Table II.** Chemical composition of materials for bicycle frames [9]

Materiał	Skład chemiczny, % wag.				Wytrzymałość R <sub>m</sub> , MPa
	C	Si	Mn	S i P	
I	0,08÷0,10	0,06÷0,08	0,015÷0,20	< 0,04	400÷500
II	0,20÷0,25	0,22÷0,25	0,70÷0,80	0,04	500÷600
III	0,25÷0,30	0,35	0,90÷1,20	0,04	650÷750



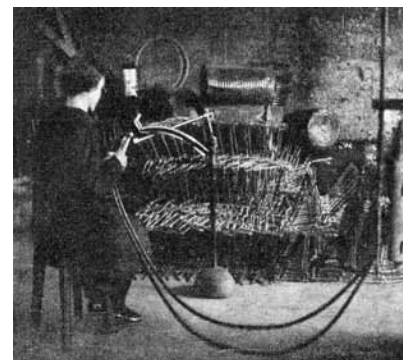
**Rys. 14.** Urządzenie do wytwarzania rur spawanych [9]

**Fig. 14.** Station for welded pipes manufacturing [9]



**Rys. 15.** Sposób wykonywania widełek [9]

**Fig. 15.** The method of handle-bar manufacture [9]



**Rys. 16.** Spawanie części błotnika [9]

**Fig. 16.** Welded parts of mudguard [9]

wytwarzano 100÷125 szt. łączników. Były one stosowane w przypadku ram lutowanych i przez ich odpowiednie ukształtowanie oraz lakierowanie pozwalały na indywidualizację i nadanie rowerowi wyróżniających cech [9].

Tylne części błotników spawano, stosując aparat obrotowy, który pozwalał obracać błotnik w miarę układania spoiny (rys. 16). Spawanie wykonywano palnikiem o wydajności 75 l z prędkością 50÷75 szt./h.

Bagażniki, a także ich mocowanie do ramy wykonywano metodą spawania lub lutospawania, palnikiem o wydajności 150 l.

Całkowity czas spawania ramy jednego roweru, wykonanej z rur o średnicy 28 mm i grubości ścianki 1,2 mm, przy stosowaniu palnika o wydajności 225 l acetyleny na godzinę, wynosił 47 min. Czas ten ulegał pewnym zmianom, w zależności od grubości łączonych części i sprawności spawaczy [9].

Rozwój przemysłu motoryzacyjnego i rowerowego, związany m.in. z zastosowaniem technologii spawalniczych w produkcji, umożliwił usprawnienie pojazdów i obniżenie ich ceny, a tym samym przyczynił się do wzrostu konkurencyjności polskiej gospodarki.

## Literatura

- [1] Sznerr A., Dobrowolski Z.: Opis zbudowanych w kraju samochodów o konstrukcji rurowej spawanej. Spawanie i Cięcie Metali 1937, nr 4, s. 66÷70.
- [2] Karoseria zbudowana tanim kosztem. Spawanie i Cięcie Metali 1929, nr 9, s. 162.
- [3] Przegląd prasy zagranicznej. Spawanie i Cięcie Metali 1937, nr 8, s. 174.
- [4] Dobrowolski Z.: Znaczenie spawania w przygotowaniu obrony kraju i w czasie wojny. Spawanie i Cięcie Metali 1937, nr Spec. IX, s.2÷4.
- [5] Czernielewski S.: Wrażenia z XXIX Salonu Samochodowego w Paryżu. Przegląd Techniczny 1935, nr 3, s. 481÷488.
- [6] Dobrowolski Z.: Postępy i kierunki rozwoju spawania i obróbki płomieniem. Przegląd Techniczny 1933, nr 10, s. 257÷264.
- [7] Werner J.: Niemieckie samochody terenowe. Przegląd Techniczny 1938, nr 8-9, s. 270÷277.
- [8] Kalendarz spawalniczy 1936, nr 6, s. 282÷283.
- [9] Duver G.: Spawanie w przemyśle rowerowym. Spawanie i Cięcie Metali 1939, nr 1, s. 4÷11.
- [10] Ogłoszenie Fabryki Rowerów i Motocykli B. Wahren. Przegląd Techniczny 1905, nr 15, s. 249.
- [11] Informacja. Przegląd Techniczny 1939, nr 9.
- [12] Ogłoszenia fabryk rowerów Inventia, Tornado, K.Lipiński, Fr. Zawadzki. Rynek Metalowy i Maszynowy 1929, nr 26, s. 988.
- [13] Rozszerzenie zakresu produkcji Fabryki Maszyn Precyzyjnych Tow. Akc. Inventia w Poznaniu ul. Łazarska 6. Rynek Metalowy i Maszynowy 1926, nr 50, s. 1047.
- [14] Jezierski A., Leszczyńska C.: Historia gospodarcza Polski. Wyd. Key Text, Warszawa 2003, s. 320.
- [15] Przemysł rowerowy a wojna celna z Niemcami. Rynek Metalowy i Maszynowy 1929, nr 10, s. 294.
- [16] Hendzl W.: Jeszcze o spawaniu w przemyśle rowerowym i motocyklowym. Rynek Metalowy i Maszynowy 1930, rok X, s. 1351.
- [17] Z.: Znaczenie spawania w fabrykacji rowerów i motocykli. Rynek Metalowy i Maszynowy 1930, nr 31, s. 1232.
- [18] Nowa metoda łączenia poszczególnych członów ramy. Rynek Metalowy i Maszynowy 1930, nr 31, s. 1232.
- [19] Hendzl W.: Znaczenie spawania przy fabrykacji ram rowerowych i motocyklowych. Rynek Metalowy i Maszynowy 1931 (40), s. 1129.
- [20] Hendzl W.: Znaczenie spawania przy fabrykacji ram rowerowych i motocyklowych. Rynek Metalowy i Maszynowy 1931 (41), s. 1154.