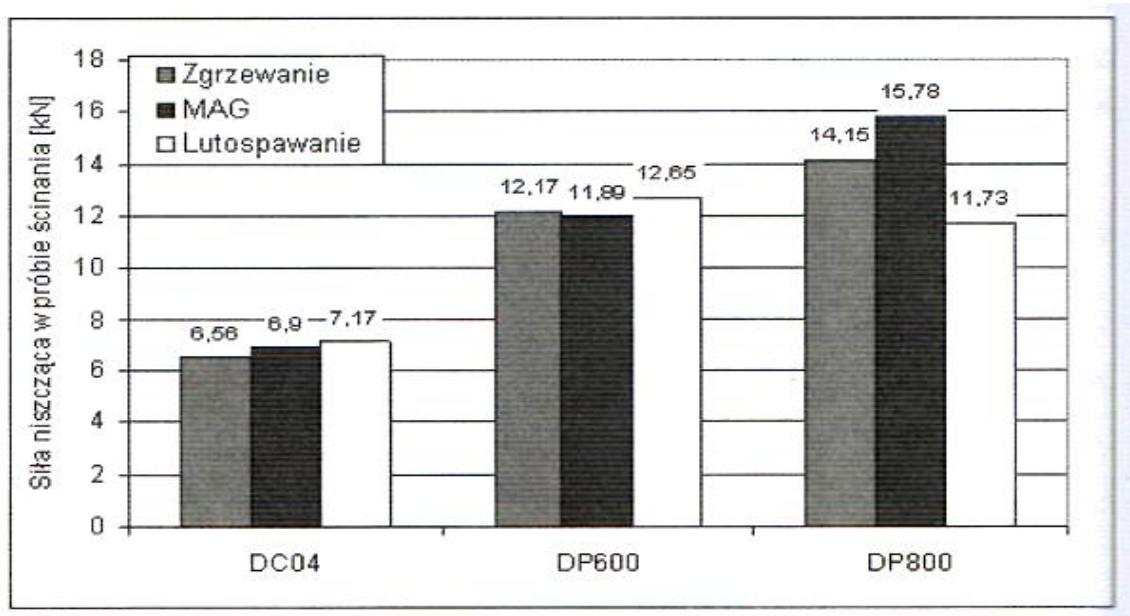


### 5.B. ŁĄCZENIE BLACH KAROSERYJNYCH

Technologie łączenia poszczególnych elementów karoserii mają kluczowe znaczenie w procesie naprawy powypadkowej. Dotyczy to zarówno procesu wymiany uszkodzonego elementu jak i jego naprawy. Jak już wielokrotnie nadmieniono w niniejszej książce, w wyniku rewolucyjnych wręcz zmian w konstrukcji nadwozi samochodowych już w procesie produkcji zastosowano nowe metody łączenia elementów, co skutkuje koniecznością dostosowania technologii naprawczych. We współczesnych karoseriach spotyka się najczęściej następujące rodzaje połączeń:

- zgrzewanie,
- spawanie laserowe,
- lutowanie twarde (lutowanie).

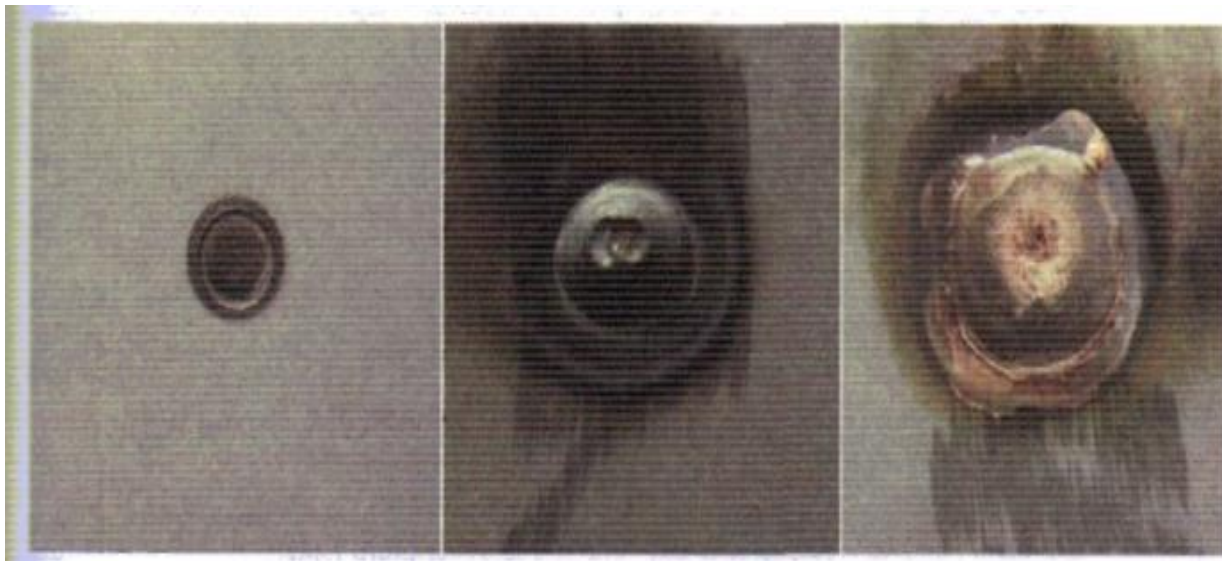
Wykres przedstawia wyniki badań próbek połączeń trzech różnych gatunków stali stosowanych w procesie produkcji karoserii samochodowych. Widoczna jest znaczna wytrzymałość wszystkich połączeń. Badania całkowicie obalają mit jakoby lutowanie nie gwarantowało wystarczającej jakości połączenia. W przypadku lutowania blach DCo4 oraz DP600 badania wykazały, że połączenia te mają nawet lepsze parametry niż zgrzewanie i spawanie.



*Tab. Tabela z wykresem porównania wytrzymałości na ścinanie –połączeń zgrzewanych, spawanych. oraz lutowanych. (Politechnika Wrocławska)*

W procesie naprawy blacharskiej obecnie stosuje się następujące technologie łączenia elementów:

- a) zgrzewanie,
- b) spawanie,
- c) lutowanie twarde (lutospawanie).



*Fot. Rodzaje połączeń punktowych:*

- a) zgrzewanie,*
- b) spawanie,*
- c) lutospawanie*

*(Politechnika Wrocławska)*

W wyniku zastosowanie blach wysokogatunkowych o znacznie zmniejszonej grubości, w niektórych sektorach karoserii konieczne było zastąpienie technologii tradycyjnego spawania lutowaniem twardym czyli lutospawaniem. Proces ten odbywa się w temperaturze nie przekraczającej  $980^{\circ}\text{C}$ , co zabezpiecza przed przegrzaniem elementu. Przegrzanie może mieć kilka negatywnych skutków dla karoserii wykonanej ze stopów jakościowych na przykład zniszczyć powłoki galwaniczne. Tradycyjne zgrzewanie oporowe nowoczesnych blach karoseryjnych wymaga zastosowania specjalnych parametrów. Jest to przede wszystkim natężenie prądu i nacisk elektrod. W warunkach warsztatowych nie stosuje się jedynie spawania laserowego. Spawy laserowe w procesie naprawy najczęściej zastępowane są lutospawaniem. Spawy laserowe stwarzają wiele problemów w trakcie wymiany elementu. Są niezwykle twarde i trudno je przeciąć tradycyjnymi metodami. Z tego powodu w warsztatach blacharskich znalazły zastosowanie urządzenia do cięcia plazmą.

### 5.B.1 Zgrzewanie

Zgrzewanie blach karoseryjnych nowej generacji wymaga zastosowania urządzeń o odpowiednich parametrach pracy. Zgrzewarki oraz urządzenia wielofunkcyjne, które do niedawna stanowiły podstawowe wyposażenie warsztatów blacharskich niestety w przeważającej większości nie spełniają warunków niezbędnych do prac blacharskich przy nowoczesnym nadwoziu samochodowym. Dotyczył to bezwzględnie karoserii wszystkich marek samochodowych. U niektórych blacharzy panuje opinia, że problem dotyczy wyłącznie tzw. drogich samochodów: VOLVO, MERCEDES, SAAB czy BMW. Jest to nieprawda. Nadwozia hybrydowe, w których stosuje się różne, a w tym wysokogatunkowe blachy stalowe, produkowane są przez wszystkich producentów samochodów. Najlepiej problem opisać liczbami. W tabeli przedstawiono przybliżone parametry zgrzewania punktowego różnych gatunków blach karoseryjnych od zwykłej blachy tłocznej, poprzez stopową UHS, aż po najtrudniejszą w obróbce: BORON STEEL.

| Blacha         | Prąd zgrzewania (A) |       |       | Nacisk (daN) |     |       | Czas (ms) |
|----------------|---------------------|-------|-------|--------------|-----|-------|-----------|
|                | zwykła              | UHS   | BORON | zwykła       | UHS | BORON |           |
| $x + x$        | 6000                | 7000  | 8000  | 250          | 285 | 320   | 240       |
| $1,5x + 1,5x$  | 7100                | 7450  | 9000  | 285          | 315 | 345   | 245       |
| $2x + 2x$      | 7500                | 8300  | 10400 | 300          | 330 | 365   | 245       |
| $2x + 2x + 2x$ | 9200                | 11000 | 12200 | 345          | 355 | 390   | 255       |

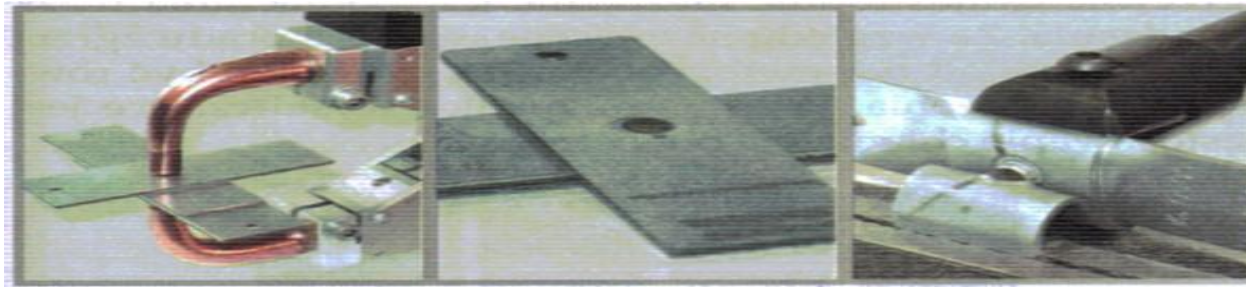
*Tab W tabeli przedstawiono porównanie parametrów zgrzewania różnych gatunków blach karoseryjnych. W rubryce „Blacha” „ $x+x$ ” oznacza zgrzewanie dwóch blach, każda o grubości „ $x$ ”.*

Z analizy parametrów wynika, że współczesna zgrzewarka do napraw nowoczesnych karoserii samochodowych powinna posiadać następujące parametry minimalne:

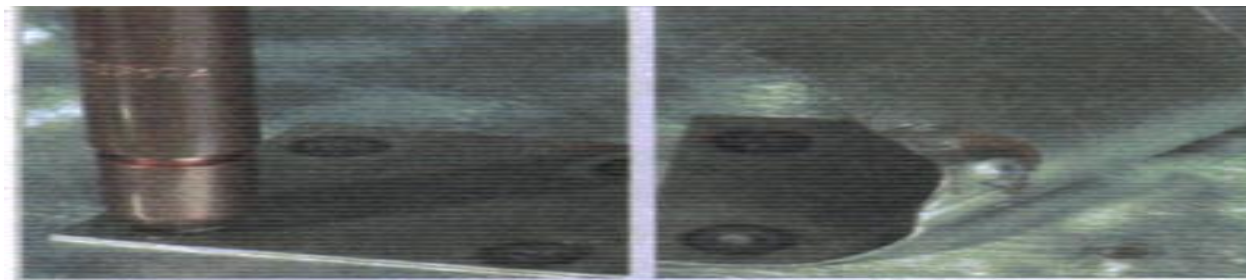
- prąd zgrzewania min. 12500A,
- nacisk elektrod min 450daN,
- automatyczne ustalanie czasu zgrzewania.

Uzyskanie tak wysokich parametrów pracy wymaga zastosowania najnowocześniejszych urządzeń. Przy tak wysokich prądach zgrzewania niezbędne jest chłodzenie uchwytu zgrzewarki oraz elektrod aż po same końcówki robocze. Bez zastosowania chłodzenia cieczą niemożliwa stałaby się praca podczas naprawy blacharskiej, ponieważ urządzenie ulegałoby przegrzewaniu. Bez zastosowania chłodzenia mogłoby dojść do przegrzania naprawianego elementu i niepożądanego odkształcenia. Dotyczy to zwłaszcza elementów karoserii o dużej powierzchni, wykonanych z cienkiej blachy stalowej. Problemem jest specjalna konstrukcja uchwytów zgrzewarki oraz przewodów zasilających. Przewód, a właściwie przewody muszą spełniać następujące funkcje:

- doprowadzenie zasilania (prądy o dużym natężeniu),
- doprowadzenie sterowania,
- doprowadzenie cieczy chłodzącej,
- doprowadzenie powietrza chłodzącego.



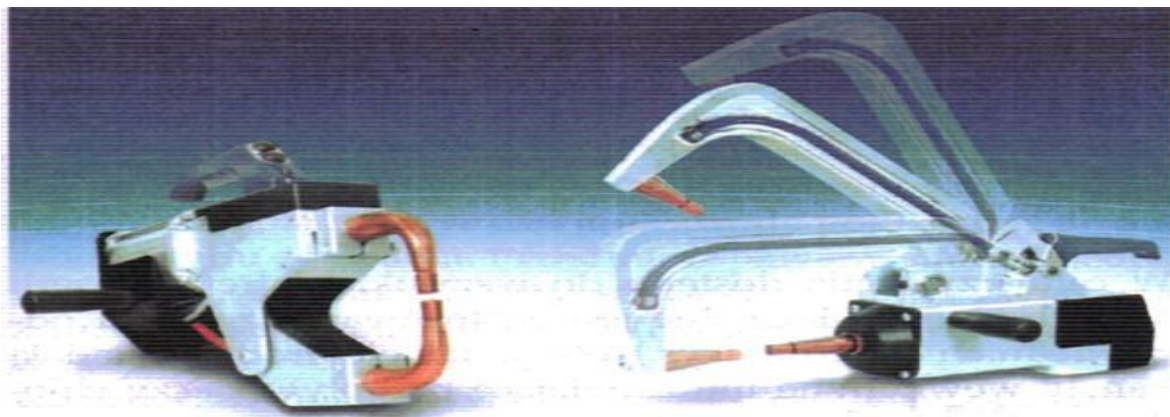
*Fot. 2. Zgrzewanie  
uchwytem  
dwustronnym.*



*Fot. 3. Zgrzewanie  
jednostronne*

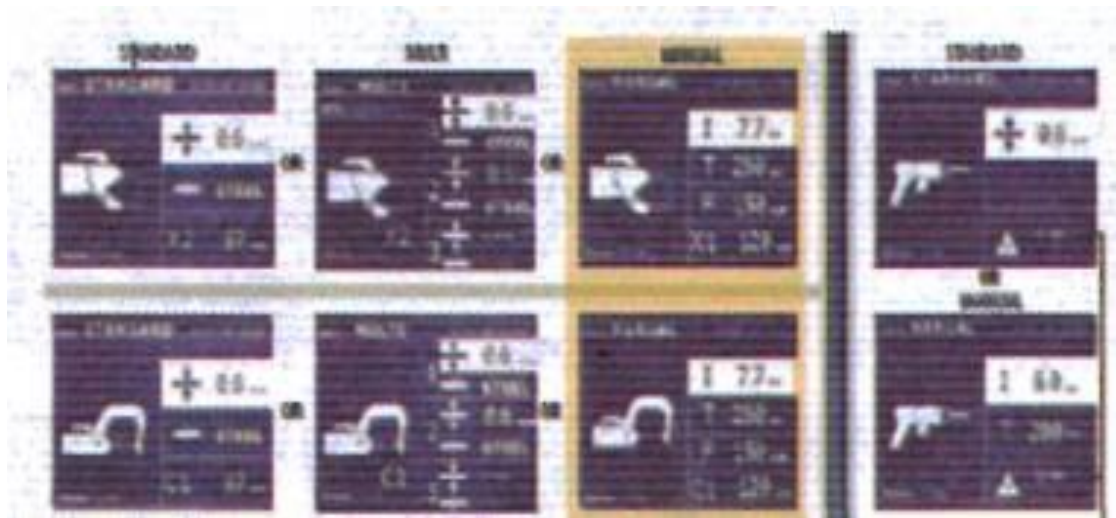
Aby spełnić warunek odpowiedniego nacisku podczas zgrzewania w profesjonalnych urządzeniach do napraw blacharskich stosuje się zwykle nacisk pneumatyczny, którego wartość jest ustawiana przez obsługującego lub będzie dobierana automatycznie.

Poza zgrzewaniem dwustronnym przy zastosowaniu uchwytu zgrzewarki (C lub X) urządzenie powinno umożliwiać zgrzewanie jednostronne tzw. tryb pracy „monopoint” (ang.).



Fot. 4. Uchwyt dwustronny typ „X” po stronie lewej oraz typ „C” po stronie prawej (patrz tabela). (GYS)

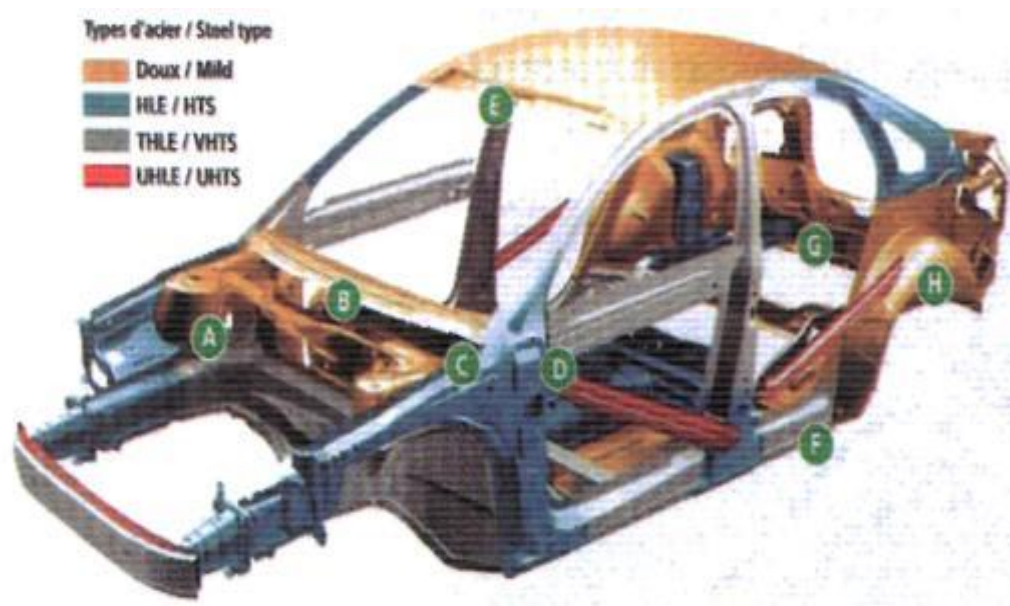
Ten rodzaj zgrzewania nie jest tak komfortowy jak praca zintegrowanym uchwytem dwustronnym lecz pozwala na zgrzewanie blach w dowolnym miejscu karoserii, również tam gdzie niemożliwe jest zgrzewanie dwustronne. Aby zgrzewać jednostronnie niezbędne jest podłączenia masy urządzenia. Ze względu na znaczne wartości prądu zgrzewania przewód masowy zaopatrzony powinien być również w chłodzenia. W tym przypadku wystarczające jest zastosowanie chłodzenia powietrzem.



Fot. 5. Ekrany kontrolne ukazujące poszczególne tryby pracy. (GYS)

Większość oferowanych na rynku zgrzewarek to urządzenia wielofunkcyjne spełniające zarówno role zgrzewarki jak spottera blacharskiego do prowadzenia napraw panelowych. Podstawowe funkcje spottera to:

- wyciąganie wgnieceń młotkiem bezwładnościowym,
- przygrzewanie bolców,
- obkurczanie elektrodą miedzianą,
- obkurczanie elektrodą węglową,
- wykonywanie zgrzein liniowych.

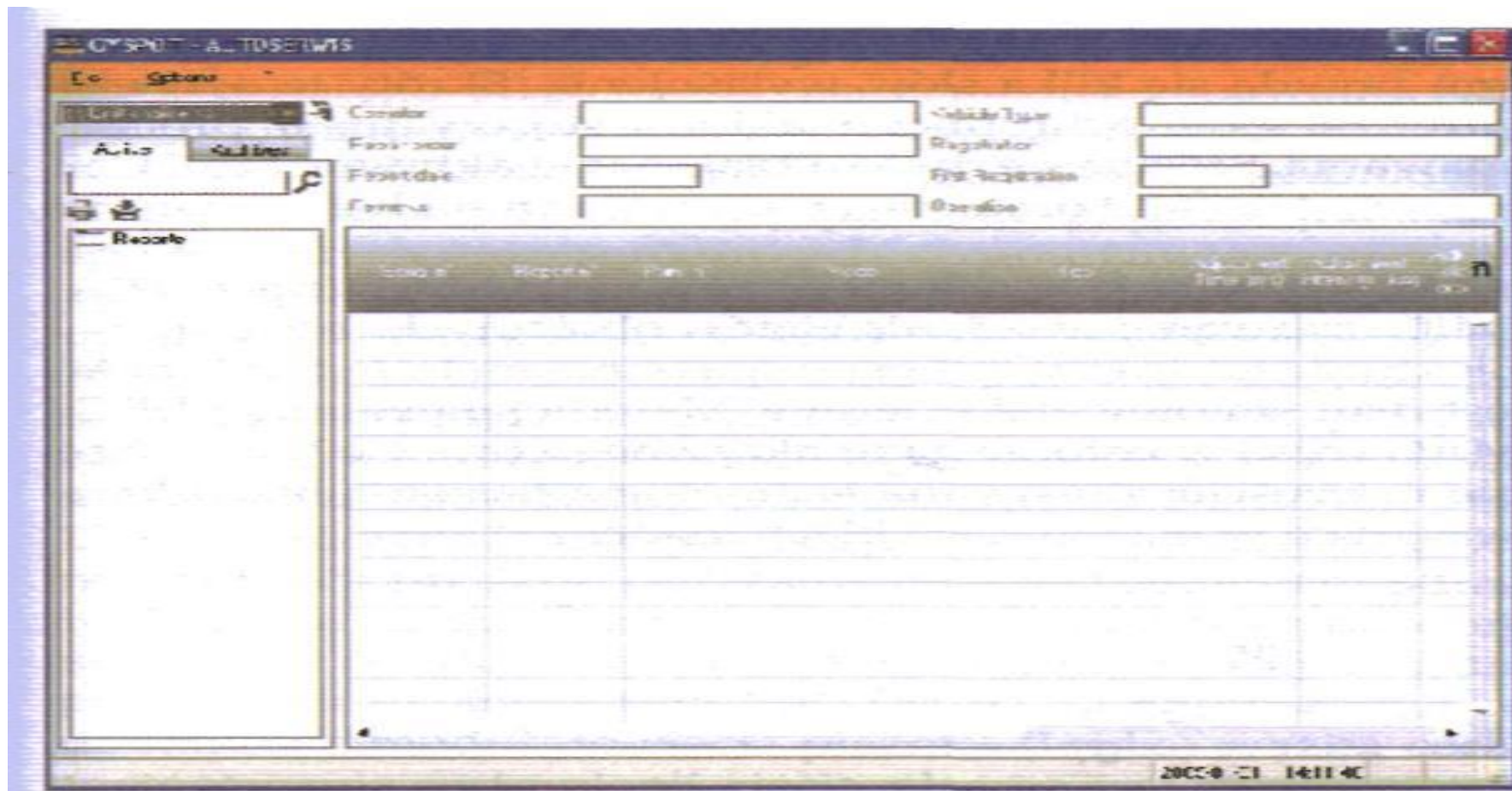


|   | Clamp     |    | daN ( 8 bars) |     |
|---|-----------|----|---------------|-----|
|   | X         | C  | X             | C   |
| A | X7        | C3 | 150           | 550 |
| B | X6/X9     | C3 | 300           | 550 |
| C | X2        | C1 | 300           | 550 |
| D | X6/X9     | C5 | 300           | 550 |
| E | X2        | C1 | 300           | 550 |
| F | X1/X8     | C2 | 550           | 550 |
| G | X3/X4/X10 | C4 | 150           | 550 |
| H | X5        | C2 | 250           | 550 |

*Tab. W tabeli umieszczone są typy elektrod, które należy stosować w poszczególnych strefach karoserii. Podana jest również wartość siły nacisku jaką można uzyskać.*

W celu uzyskania dostępu do wszystkich stref karoserii samochodowej niezbędne jest zastosowanie zestawu odpowiednich elektrod, (rys.) Wszystkie elektrody posiadają kanały wewnętrzne umożliwiające przepływ cieczy chłodzącej. Ciągłe chłodzenie cieczą w obiegu wymuszonym pozwala na pracę ciągłą nawet przy najwyższych parametrach.

Zgrzewarka GYSPOT INVERTER BPLX poza wieloma funkcjami posiada również możliwość zapisywania oraz gromadzenia danych o wykonanych zgrzeinach, obsłudze, parametrach pracy itp. Wszystkie dane mogą być zapisywane na karcie pamięci SD, która jest na wyposażeniu urządzenia. Dołączone jest również odpowiednie oprogramowanie pozwalające na przetwarzanie danych na dowolnym komputerze PC.



*Okno programu do obsługi serwisowej danych zgrzewark GYSPOT BPLX. (GYS)*

### **5.B.2 Spawanie blach stalowych (MAG)**

Spawanie elektryczne polega na wykorzystaniu łuku spawalniczego do łączenia dwóch elementów. Łuk spawalniczy to silne wyładowanie elektryczne, które występuje w środowisku otaczającym dwie elektrody podłączone do obwodu prądu spawania. Przedmiot spawany stanowi jedną z elektrod, natomiast drugą stanowi elektroda związania z urządzeniem spawalniczym (najczęściej elektroda topliwa).

Co oznacza MIG/MAG?

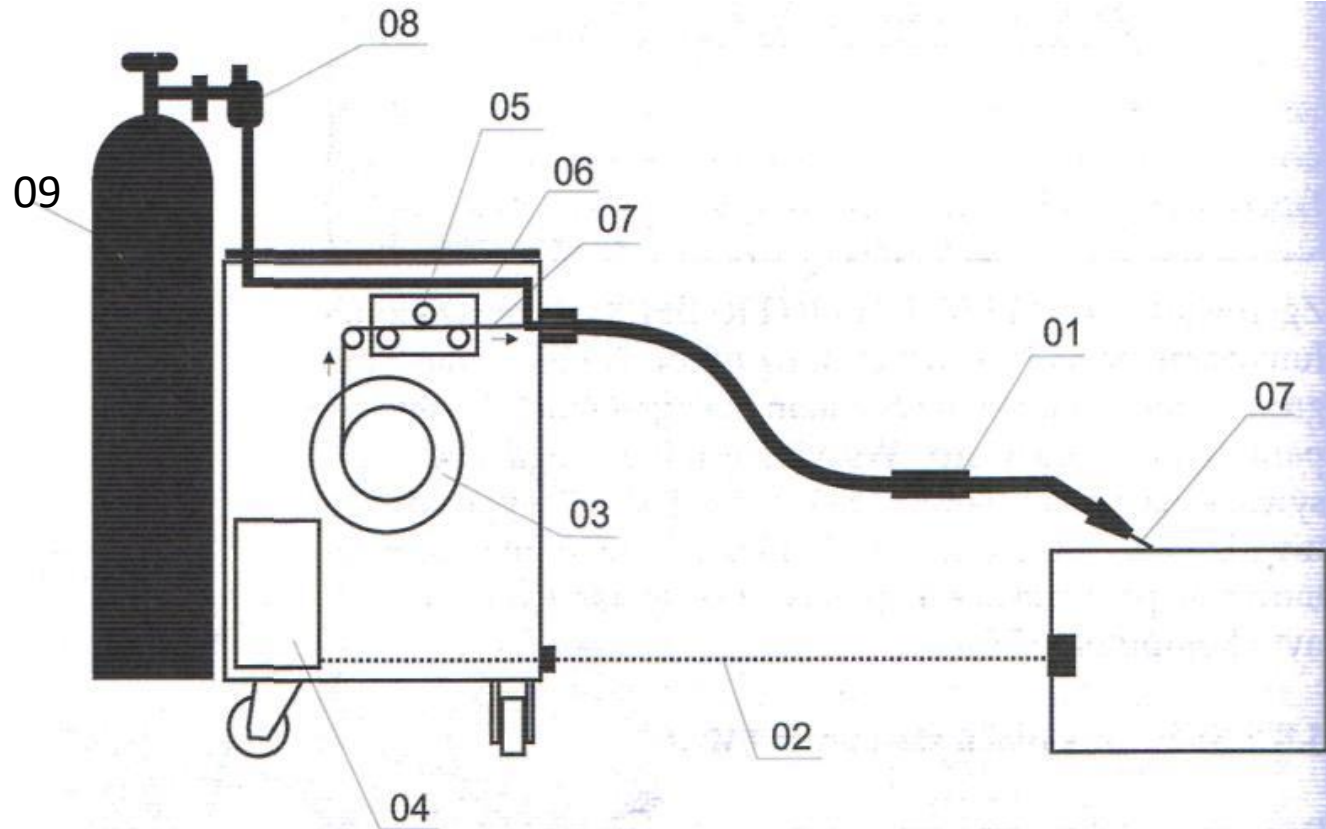
W kontaktach z praktykami z warsztatów blacharskich (ale i nie tylko) można zauważyć, że nie bardzo wiedza co oznaczają skróty MIG, a co MAG. Często nawet spotyka się określenie: „MIGOMAG” lub co gorsza: „MIGOMAT”. Zatem przyda się kilka słów wyjaśnienia. Skróty te oznaczają rodzaj gazu ochronnego jaki jest stosowany w procesie spawania. Stosuje się dwa rodzaje gazu: aktywne czyli  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  i  $\text{NO}$  oraz obojętne czyli argon i hel.

Podsumowując:

- MAG- spawanie w osłonie gazów aktywnych (np. CO<sub>2</sub>),
- MIG- spawanie w osłonie gazów obojętnych (np. argon)

Elektrodą topliwą w procesie spawania metodą MIG / MAG jest drut stalowy elektrodowy. Metoda spawalnicza MIG/ MAG (rys.) w osłonie gazu aktywnego (np. CO<sub>2</sub>) jest obecnie najczęściej stosowaną technologią łączenia blach karoseryjnych w warsztatach blacharskich.

- 01. Uchwyt spawalniczy;
- 02. Przewód „minus”.
- 03. Szpula z drutem.
- 04. Układ elektryczny.
- 05. Podajnik drutu.
- 06. Przewód gazowy.
- 07. Drut spawalniczy.
- 08. Reduktor.
- 09. Butla CO<sub>2</sub>.



*Budowa i zasada działania urządzenia do spawania w systemie MIG/MAG.*

Jedną z podstawowych zalet stosowania osłony CO<sub>2</sub> jest uzyskiwanie w procesie spawania gładkiej spoiny uspokojonej, nie wykazującej nadmiernej porowatości. Przy zastosowaniu technologii MIG/MAG zajarzenie łuku spawalniczego powodowane może być samoczynnie (bezkontaktowo) lub na zasadzie zwarcia elektrody urządzenia z przedmiotem. Technologia ta pozwala na spawanie poprzez układanie spoin ciągłych oraz punktowych, co umożliwia zastąpienie zgrzewania przy łączeniu blach karoseryjnych. Wszystkie urządzenia spawalnicze MIG/MAG posiadają możliwość płynnej regulacji wartości prądu spawania. Zwykle jest to zakres oscylujący w granicach 250 A.

Przy naprawach blacharskich karoserii samochodów osobowych stosuje się zwykle drut spawalniczy o średnicach od 0,6 do 1,2 mm. Urządzenia MIG / MAG posiadają również możliwość płynnej regulacji prędkości przesuwania się (podawania) drutu spawalniczego. Przy pracach blacharskich wynosi ona zwykle od 0,8 do 12 m/min. Współcześnie produkowane półautomaty spawalnicze MIG/MAG są wyposażone w dodatkowy moduł do cięcia plazmą. Bardzo ważną cechą zastosowania technologii cięcia plazmą jest rozgrzewanie materiału zaledwie w obrębie do 1,5 mm od miejsca cięcia.



*Spawarka przeznaczona do łączenia blach karoseryjnych podczas napraw blacharskich. Prąd spawania od 15+200A (GYS)*

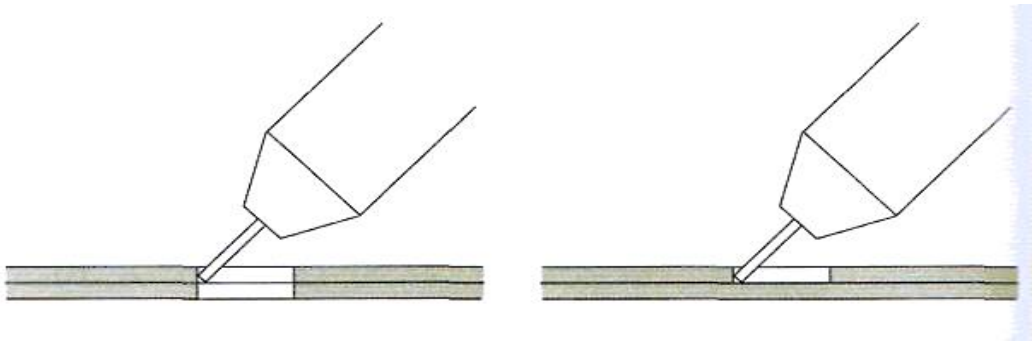
Kolejnym bardzo nowoczesnym urządzeniem do prowadzenia prac spawalniczych i lutowania jest MIG/MAG 280C (fot.).



*Luto-spawarka MIG/MAG  
280C. (C.T.S.)*

Znajduje ono zastosowanie we wszystkich warsztatach samochodowych wykonujących naprawę lub odbudowę karoserii samochodowych. Podstawowe funkcje luto- spawarki to spawanie MAG/Co<sub>2</sub>, lutowanie MIG blach o podwyższonej wytrzymałości i ocynkowanych, spawanie aluminium MIG. Przy zastosowaniu dotychczasowych metod spawania niszczone są powłoki ocynkowanych blach samochodowych, a stabilność karoserii w spawanym miejscu zostaje osłabiona. Aby tego uniknąć należy zastosować nowy system łączenia tj. lutowanie metodą MIG. Luto-spawarka jest wyposażona w: przewód masy 5m, reduktor, rękojeść, przewód o długości 3m, trójnik, adapter do rolki, tablicę cyfrową, drut do lutowania CuSi<sub>3</sub>, drut aluminiowy AlMg<sub>5</sub>.

Przed przystąpieniem do spawania, elementy, które mają być ze sobą połączone muszą być odpowiednio przygotowane. Przy łączeniu elementów o znacznej grubości stosuje się tzw. ukosowanie, natomiast w przypadku blach karoseryjnych wykonuje się zwykle otwory montażowe o średnicy od 4 do 8mm. Otwory te wykonuje się technologią wiercenia lub wykrawania przy pomocy specjalnego przyrządu (tzw. dziurkarki) (fot.). Spawanie przy zastosowaniu otworów technologicznych polega na wypełnieniu wykonanych otworów spoiną, (rys.)



*Spawanie punktowe  
imitujące zgrzewanie blach.*

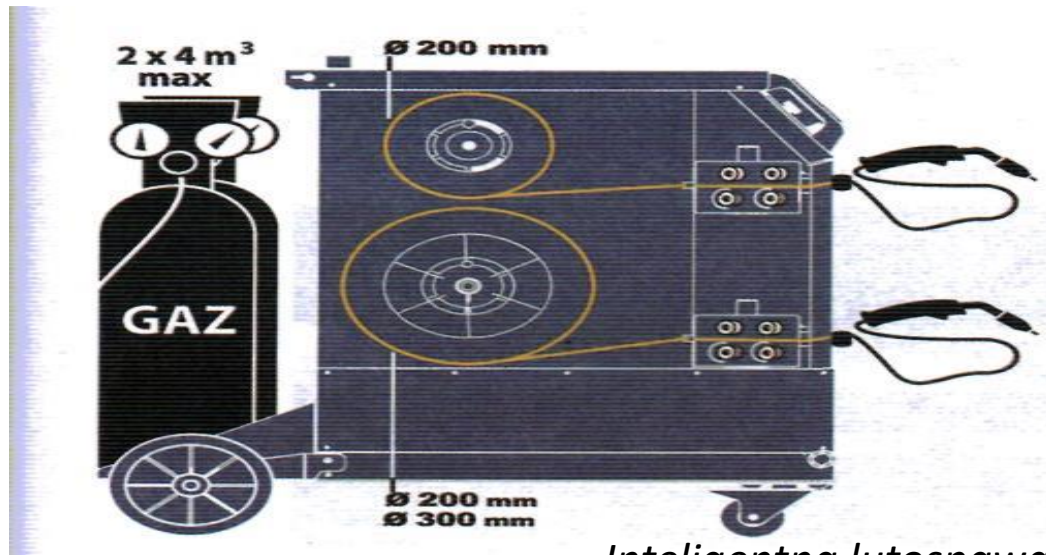


*Dziurkarko- falcarka do  
przygotowywania łączonych  
elementów*

Po wykonaniu spoin i zeszlifowaniu nadmiaru spoiwa z górnej części łączonych elementów, spoiny przypominają połączenia wykonane metodą zgrzewania punktowego.

### 5.B.3 Spawanie blach aluminiowych (MIG)

Proces spawania blach aluminiowych jest zbliżony do spawania elementów stalowych. Należy zastosować gaz obojętny jako osłonę procesu spawania. Najlepiej funkcję tę spełnia argon bez domieszek. W tym miejscu należy przypomnieć o specyficznych właściwościach stopów aluminium opisanych w części dotyczącej napraw elementów aluminiowych. Związane jest to z podgrzewaniem elementów przed spawaniem. W przypadku gdy element nie zostanie wcześniej podgrzany początkowe fragmenty spoiny będą złej jakości. Stopniowo jak element będzie się rozgrzewał jakość spoiny poprawi się.



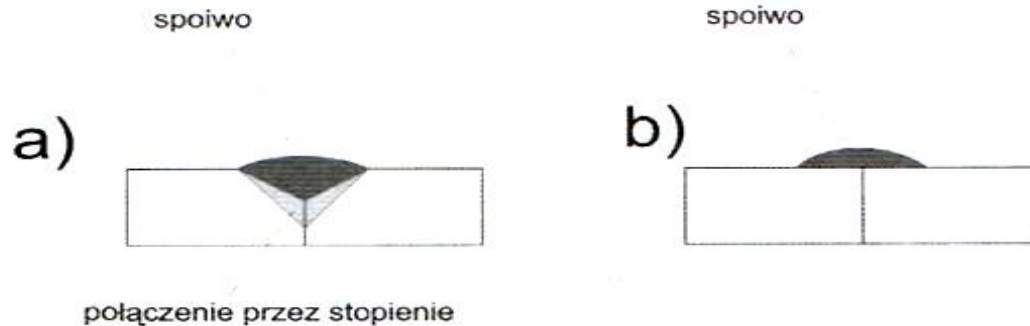
*Inteligentna lutowarka (GYS)*



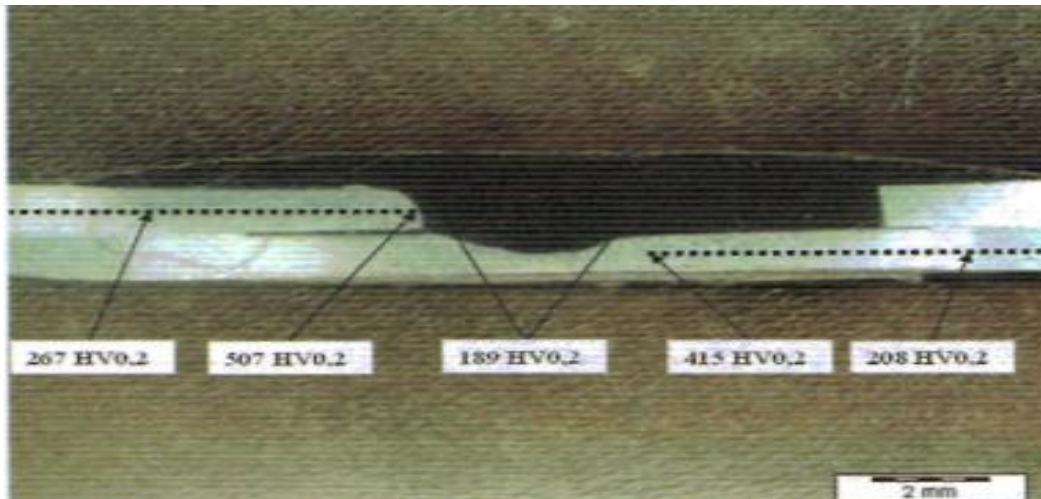
Jako drut spawalniczy stosuje się najczęściej AlSi5. Jest to drut z domieszką krzemu, która zwiększa jego twardość, co ułatwia przemieszczanie się w układzie spawarki oraz gwarantuje odpowiednią jakość spoiny. Właściwa sztywność drutu jest niezbędna po to, aby zapobiegać plątaniu się i blokowaniu w tunelu prowadzącym. Do spawania aluminium można stosować wszelkich urządzeń spawalniczych MIG pod warunkiem, że są przystosowane do tej funkcji. Podstawowy warunek to odpowiedni uchwyt spawalniczy z przewodem wyposażonym w tunel teflonowy o odpowiedniej średnicy. Średnica tunelu powinna być nieco większa niż nominalna średnica drutu spawalniczego. Ma to na celu uzyskanie odpowiedniej płynności podawania drutu podczas procesu spawania. Należy poza tym pamiętać, że z powodu bardzo dobrego przewodnictwa ciepła przy spawaniu aluminium należy stosować nieco wyższe i wartości prądu spawania

## 5.B.4 Lutowanie (lutowanie twarde MIG)

Technologia lutowania to nic innego jak lutowanie twarde w technologii MIG czyli osłonie gazu obojętnego (argon). Spoiwem jest najczęściej stop miedzi i krzemu  $\text{CuSi3}$ .



*Rys. Różnica w połączeniach lutowanych i spawanych: a) spawanie, b) lutowanie*

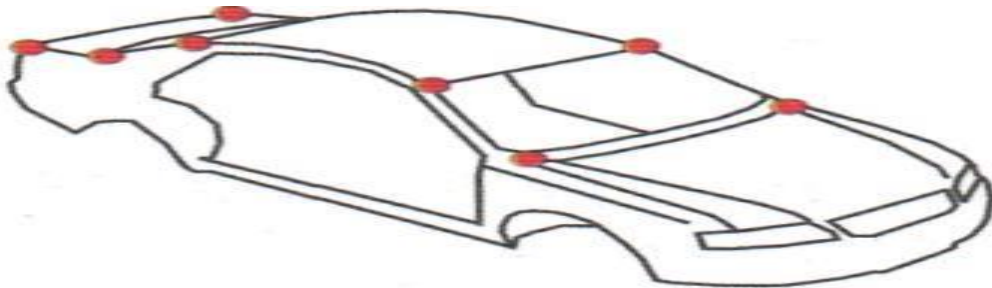


*Fot. Na zdjęciu widoczne są zarysy otworu wykonanego połączenia punktowego. Po zlutowaniu krawędzi są niestopione*

Od tradycyjnego lutowania twardego różni się sposobem podgrzewania oraz podawania lutowia. W tradycyjnym lutowaniu twardym rozgrzewanie miejsca połączenia wykonywane jest przy pomocy płomienia palnika gazowego, a lutowie dozowane jest ręcznie przez lutującego.



*Fot. Połączenia lutowane w karoserii samochodowej. (GYS)*



*Rys. Punkty lutowane we współczesnej karoserii samochodowej.*

W technologii MIG proces jest zautomatyzowany i zbliżony do spawania MIG/MAG. Postronny obserwator nie zauważyłby żadnych różnic pomiędzy procesem lutowania twardego MIG, spawaniem drutem stalowym czy aluminiowym. Różnice są następujące:  
- materiał łączony nie jest topiony - połączenie następuje przed dodaniem lutowia (sklejenie). Na rysunku zaznaczono punkty w karoserii, w których najczęściej stosuje się technologię łączenia elementów poprzez lutowanie twarde.