

ZGRZEWANIA OPOROWE BLACH OCYNKOWANYCH I ALUMINIOWYCH

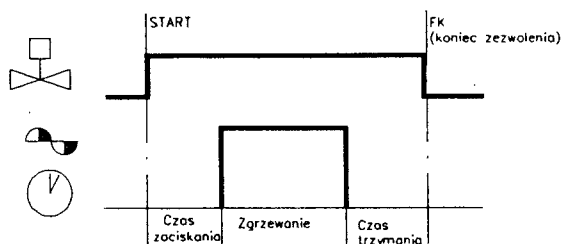
Zwiększenie odporności samochodów na korozję można uzyskać stosując do produkcji karoserii blachy ocynkowane. Z kolei zastosowanie w tym celu blach aluminiowych pozwala zmniejszyć masę samochodu, a co za tym idzie - zmniejszyć zapotrzebowanie na energię do jego napędzania, czyli ilość paliwa. Problem w tym, że materiały te są trudno zgrzewalne, a zatem skorzystanie ze wspomnianych ich zalet jest obecnie bardzo utrudnione. Ponieważ ilość zużywanego paliwa ma istotny wpływ na stan środowiska naturalnego, na świecie prowadzi się intensywne prace mające na celu doprowadzenie do opracowania odpowiednich technologii zgrzewania tych materiałów i upowszechnienia ich w produkcji. W niektórych procesach łączenia elementów karoserii rośnie udział klejenia i nitowania, stosuje się też rozwiązania hybrydowe, gdzie na płyty zewnętrzne karoserii stosuje się tworzywa sztuczne, podlegające recyklingowi. Jednak oporowe zgrzewanie punktowe jest i przez długi jeszcze czas będzie dominującą technologią łączenia elementów karoserii.

Firma Bosch, która już od ponad 40 lat pozostaje liderem w dziedzinie systemów sterowania zgrzewaniem oporowym, zajmuje się zagadnieniami zgrzewania nowych materiałów zarówno na poziomie badań podstawowych, jak i wdrożeń ich wyników. W tym zakresie firma ściśle współpracuje z czołowymi fabrykami europejskiego przemysłu samochodowego, dzięki czemu już obecnie dysponuje rozwiązaniami, które w niedalekiej przyszłości będą nieodzowne w operacjach zgrzewania, występujących w produkcji samochodów. Wiadomo, że postęp technologiczny w tej gałęzi przemysłu toruje drogę i pociąga za sobą nieuniknione zmiany w innych, pokrewnych gałęziach. Dlatego omawiając możliwości zgrzewania ocynkowanych blach stalowych oraz aluminiowych odwołujemy się do przykładów zastosowań w produkcji samochodów.

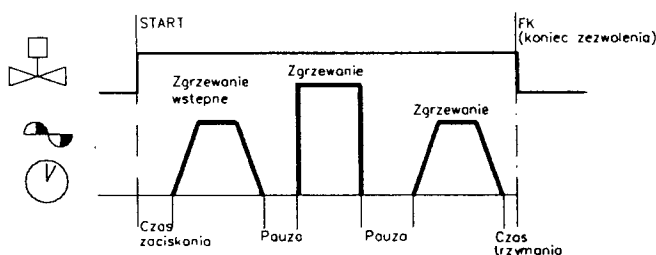
Przy opracowaniu nowych urządzeń technologicznych od razu wbudowuje się mechanizmy ułatwiające realizację wymagań, stawianych przed produktami wytwarzanymi zgodnie z normami zapewnienia jakości serii ISO 9000. Normy te nakładają określone wymagania dotyczące przebiegu procesu produkcji, co w efekcie powoduje podniesienie wymagań dotyczących technologii łączenia elementów nadwozia samochodu i prowadzenia związanej z tym pełnej ewidencji najważniejszych parametrów procesu zgrzewania dla poszczególnych zgrzein.

ZGRZEWANIE PUNKTOWE BLACH OCYNKOWANYCH

Blachy ocynkowane wymagają znacznie większego prądu zgrzewania w porównaniu ze zwykłymi blachami stalowymi. Spowodowane jest to przede wszystkim wyższą przewodnością elektryczną i cieplną cynku niż stali, co w istotny sposób zmienia warunki przepływu prądu oraz nagrzewania się materiałów, zarówno na styku blachy z blachą jak też blach z elektrodami. Do zgrzewania oporowego blach stalowych wystarcza stosowanie sterowników czasu zgrzewania o charakterystyce uproszczonej (rys. 1). Natomiast blachy ocynkowane wymagają stosowania sterowników z dodatkowymi funkcjami zapewniającymi zadawanie co najmniej modulowanego prądu zgrzewania w czasie jednego cyklu maszynowego (rys. 2). Blacha ocynkowana wymaga większego prądu zgrzewania, natomiast nieco mniejszego prądu zgrzewania wstępnego. Dla porównania: zgrzanie dwóch kawałków zwykłej, nieocynkowanej blachy stalowej o grubości 1,5 mm wymaga prądu ok. 10 kA, a do połączenia takich samych kawałków blachy ocynkowanej niezbędny jest możliwie jak najkrócej trwający impuls prądu 20-50 kA.



Rys. 1. Działanie jednofunkcyjnego sterownika procesem zgrzewania oporowego



Rys. 2. Modulacja prądu zgrzewania

Przyczyną kłopotów jest też niższa temperatura topnienia cynku niż stali, co powoduje, że łatwo stapia się on ze stopami miedzi na powierzchni styku z elektrodą. Zwiększa to rezystancję styku elektroda-blacha, w wyniku czego następuje wzrost termicznego zużycia kielka elektrody. Zwykle powoduje to zmniejszenie trwałości elektrody o ok. 25% w porównaniu z elektrodą używaną do stali karoseryjnej nie ocynkowanej.

Ponadto, jak już wspomniano, stale pokryte cynkiem wymagają zwiększonego prądu zgrzewania. Zgrzewanie prądem zmiennym powoduje zwiększenie wartości szczytowej prądu w stosunku do jego wartości skutecznej, co z kolei powoduje pulsacje elektromagnetyczne i odkształcanie mechaniczne kleszczy zgrzewalniczych, szczególnie niepożądane przy stosowaniu kleszczy długich. Zjawisko to sprzyja również przenikaniu składników stopowych z elektrody do spoiny, dodatkowo przyspieszając zużycie elektrody.

ZGRZEWANIE ALUMINIUM

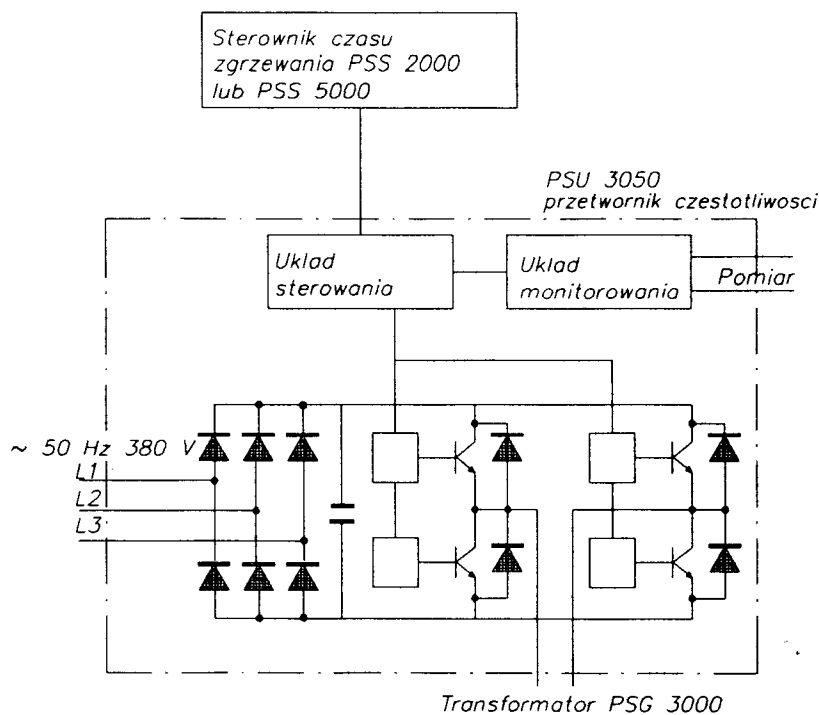
Alternatywą dla blach stalowych są blachy aluminiowe, rozważane jako przyszłościowy materiał do produkcji karoserii samochodów. Aluminium ma większą przewodność elektryczną i cieplną niż stale konwencjonalne. Przy zgrzewaniu wymaga to wyższego zakresu natężenia prądu (20-50 kA) i elektrod o większej powierzchni styku. Ponadto, z powodu większej przewodności cieplnej aluminium, prąd zgrzewania musi być dostarczony w odpowiednio krótszym czasie. Może to zapewnić tylko zwarty system zgrzewania o dużej mocy.

SYSTEMY ZGRZEWANIA OPOROWEGO Z WYKORZYSTANIEM PRZEKSZTAŁTNIKÓW ŚREDNIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Osiągnięcie natężenia prądu 20-50 kA, w przypadku urządzeń zgrzewających pracujących przy prądzie zmiennym o częstotliwości 50 Hz, wymaga odpowiednio większych i cięższych transformatorów. Z kolei, duża masa takich transformatorów ogranicza możliwości budowania podwieszonych urządzeń zgrzewalniczych o wysokiej sprawności energetycznej, osiąganey dzięki zblokowaniu kleszczy zgrzewalniczych z transformatorem. Ponadto, tak ciężkie transformatory uniemożliwiają zamocowanie ich na ramieniu robotów przemysłowych, które nawet we wzmocnionej wersji zgrzewalniczej mają nadal udźwig dość ograniczony. Właśnie to ograniczenie, ze względu na liczbę robotów wykonujących już obecnie na świecie prace zgrzewalnicze, przyczyniło się głównie do poszukiwania innych rozwiązań, których wynikiem jest opracowanie specjalizowanych transformatorów zgrzewalniczych współpracujących z systemami inwertorowymi.

Transformatory typu PSG 3000 firmy Bosch, przystosowane do pracy przy częstotliwości prądu 1-1,2 kHz, wymagają mniejszej masy żelaza w rdzeniu transformatora, dzięki czemu są one niewielkie, stosunkowo lekkie i mają znacznie lepsze wskaźniki stosunku mocy do masy własnej. Jednak sama zmiana częstotliwości roboczej prądu nie powoduje jeszcze zwiększenia wydajności prądowej źródła prądu zgrzewalniczego, zbudowanego na

podstawie takiego transformatora. W tym celu jest jeszcze konieczne zastosowanie odpowiedniego przetwornika częstotliwości wraz z dodatkowymi sterownikami zblokowanymi w jednej obudowie (rys. 3).

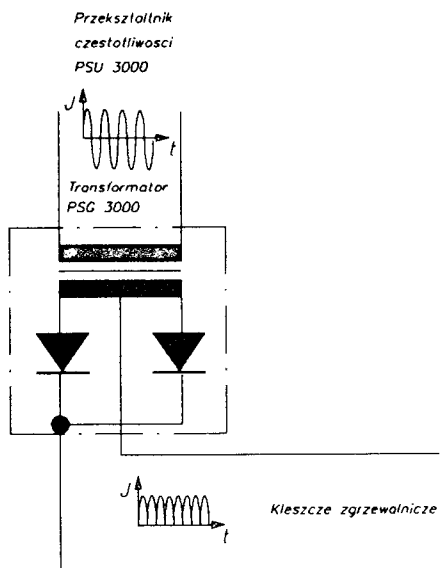


Rys. 3. Schemat przetwornika częstotliwości wraz z układami towarzyszącymi

PRZETWORNIK CZĘSTOTLIWOŚCI PSU 3000 FIRMY BOSCH

Przetwornik taki jest zasilany ze zwykłej sieci trójfazowej. Na jego wyjściu uzyskuje się prąd jednofazowy o napięciu 500 V i częstotliwości 1 lub 1,2 kHz, zasilający pierwotne uzwojenie transformatora typu PSG 3000. Wtórne uzwojenie tego transformatora ma wyprowadzony wspólny środek i jest wyposażone w diody prostownicze na każdym uzwojeniu wyjściowym. W ten sposób otrzymuje się wysoko wydajne, niskonapięciowe źródło o dużym prądzie, służące do zgrzewania oporowego (rys. 4), bardzo chętnie stosowane w instalacjach zrobotyzowanych. Zestaw złożony z transformatora średniej częstotliwości i inwertera pozwala też na łatwiejszą kontrolę prądu zgrzewania, co wpływa na poprawę przebiegu procesu zgrzewania, podwyższenie jakości wykonywanych zgrzein oraz umożliwia obniżenie kosztów zużywanej energii. Rozwiązanie takie pozwala na pracę z kleszczami

o wysięgu do 2000 mm oraz na zablokowanie transformatora z kleszczami zgrzewalniczymi, co praktycznie eliminuje straty związane z indukcyjnością przewodów łączących kleszcze zgrzewalnicze z transformatorem.



Rys. 4. Transformator rodziny PSG 3000

Modułowa budowa urządzeń serii PSU/PSG 3000 pozwala na dobieranie elementów i odpowiednie zestawienie instalacji produkcyjnej, umożliwiającej, zależnie od potrzeby, zgrzewanie prądami od 1 do 54 kA (tabl. 1).

Tabl. 1. Rodzina urządzeń PSU/PSG 3000

Typ	Wartość prądu	Napięcie obwodu wtórnego	Ciężar
PSU 3050/PSG 3050	3 - 18 kA	6,3 V	14 kg
PSU 3100/PSG 3100	4,5 - 27 kA	9,0 V	22 kg
PSU 3200/PSG 3100	9 - 54 kA	9,0 V	2 x 22 kg

Wyprodukowano już ponad 1650 systemów do zgrzewania blach ocynkowanych, które obecnie pracują w montowniach czołowych europejskich producentów samochodów. Pomimo tego, że wykorzystywanie aluminium do konstrukcji karoserii nadal jest jeszcze nowością, firma Bosch już oferuje kompletne rozwiązania i wyposaża pierwsze linie zgrzewalnicze, przystosowane do masowej produkcji nadwozi aluminiowych.

Podsumowując, można stwierdzić, że system zgrzewania z użyciem podwyższonej częstotliwości ma następujące zalety:

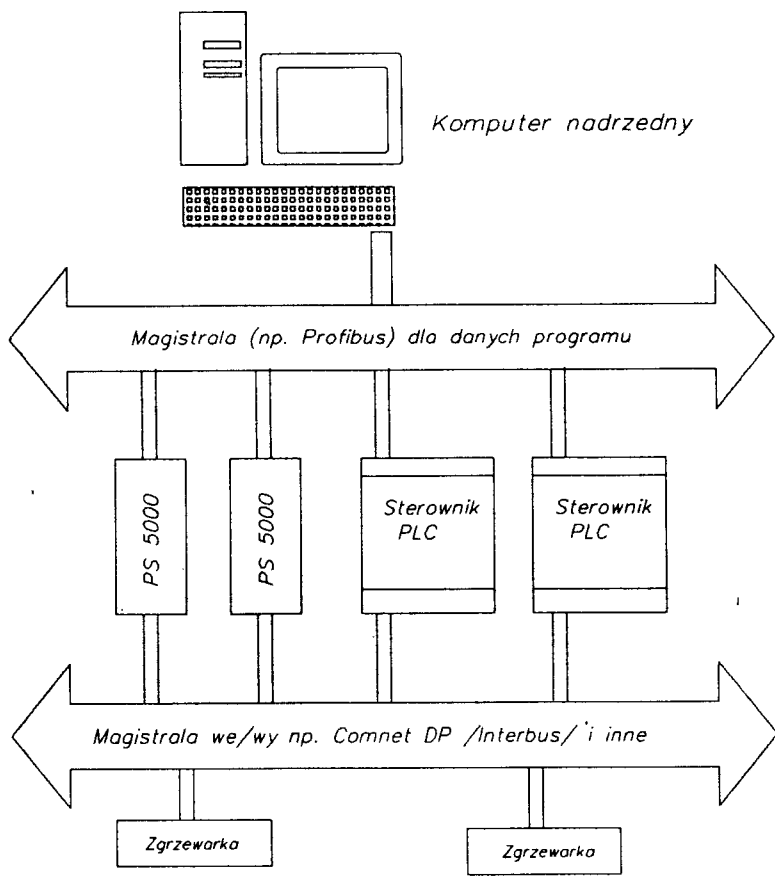
- transformatory są lżejsze i mniejsze w porównaniu z ich odpowiednikami w systemach prądu zmiennego 50 Hz,
- wyższy jest stosunek mocy zespolonego układu kleszczy do jego masy,
- konstrukcja układu zasilania kleszczy eliminuje konieczność stosowania przeciwwzakłóceńowych kabli wtórnych,
- zmniejszenie i symetryzacja obciążenia sieci elektrycznej obniża koszty instalacji,
- niski prąd w uzwojeniu pierwotnym obniża koszt zużytej energii,
- zmniejszenie strat indukcyjnych w uzwojeniu wtórnym,
- otrzymanie zakładanej wytrzymałości zgrzeiny przy niższym prądzie w porównaniu do tradycyjnego zgrzewania prądem zmiennym o częstotliwości 50 Hz,
- poprawienie jakości zgrzein,
- zwiększenie trwałości końcówek elektrod.

STEROWNIK PROCESU ZGRZEWANIA

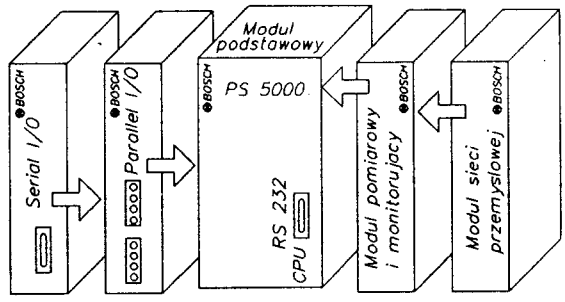
Praca w montowniach karoserii jest dziś procesem o bardzo wysokim stopniu zautomatyzowania, możliwym m.in. dzięki zastosowaniu sterowania komputerowego. Pojawienie się Profibus-a - niezależnej, przemysłowej magistrali komputerowej, zwykle określanej mianem magistrali fabrycznej - dało inżynierowi działu nadwozi elastyczne narzędzie umożliwiające łączność z lokalnymi układami sterowania. Magistrala ta może być oparta na otwartej filozofii wspólnych protokołów i łączy w jeden sprawnie działający i zarządzany mechanizm spawalnię, komórki zarządzania lokalnego aż do centralnego ośrodka zarządzania na najwyższym poziomie (rys. 5).

Dzięki swojej modułowej budowie sterownik procesu zgrzewania typu Bosch PS 5000 umożliwia łatwe wbudowanie go do istniejącej już sieci nadrzędnego sterowania komputerowego. Modułowa koncepcja tego sterownika pozwala na skuteczne integrowanie go z istniejącymi lub projektowanymi instalacjami fabrycznej magistrali informatycznej (rys. 6).

Wysoko zaawansowana technologia, w jakiej wykonano ten sterownik, zapewnia zwartą architekturę układu, jego dużą niezawodność oraz elastyczność konfiguracji na etapie projektowania, jak też gwarantuje dobre podstawy do przyszłej rozbudowy systemu.



Rys. 5. Przemysłowa magistrala komunikacyjna



Rys. 6. Modułowa budowa sterownika czasu zgrzewania oporowego

CECHY STEROWNIKA PROCESU ZGRZEWANIA PS 5000

Najważniejsze cechy i zalety użytkowe sterownika tej serii są następujące:

- możliwość zapamiętania 256 programów zgrzewania (w formie arkuszy typu Excel),
- możliwość wyboru parametrów punktu zgrzewania,
- możliwość pracy w konfiguracji sieciowej,
- lokalne programowanie harmonogramu zgrzewania za pośrednictwem wbudowanego interface RS 232,
- zdalne programowanie tego harmonogramu w ramach połączeń sieciowych (np. Profi-bus-a),
- możliwość realizacji przyrostowej funkcji krokowej, pozwalającej na aktywną kontrolę zużycia końcówek elektrod,
- wbudowana funkcja jakości umożliwia bieżące porównywanie zaprogramowanych i rzeczywistych parametrów zgrzewania,
- wbudowane układy umożliwiające regulację stałoprądową i stałonapięciową oraz rutynową kalibrację,
- oprogramowanie użytkowe pracuje w środowisku Windows,
- umożliwia dostęp do kontroli przebiegu procesu zgrzewania zarówno lokalnie jak i przez sieć komputerową,
- układ jest przystosowany do komunikacji szeregowej z innymi sterownikami programowalnymi typu PC, np. robotów przemysłowych.

DANE JAKOŚCIOWE

PS 5000 nie tylko steruje zgrzewaniem, ale także monitoruje i rejestruje zdarzenia, parametry i wyniki związane z rzeczywistym przebiegiem procesu. Ta jego charakterystyczna cecha pozwala w pełni sprostać wymaganiom normy jakościowej ISO 9001, pkt 4.9 i 4.10, nakładającym bezwzględny obowiązek rejestracji wszystkich parametrów procesu, ze szczególnym uwzględnieniem informacji krytycznych dla ostatecznej wytrzymałości wyrobu finalnego (karoserii). Wszystkie zebrane dane stają się natychmiast dostępne dla działu kontroli jakości, za pośrednictwem połączeń z siecią komputerową.

PODSUMOWANIE

Stosowanie blach ocynkowanych oraz odpowiednia technologia ich łączenia zapewniają niezbędną odporność na korozję, uzasadniającą udzielanie przez producenta dziesięcioletniej gwarancji na eksploatację nadwozia.

Zastosowanie systemu zgrzewania z użyciem podwyższonej częstotliwości pozwala na wydajne zgrzewanie blach ocynkowanych oraz aluminiowych, a przy tym eliminuje niedogodności związane ze zgrzewaniem punktowym prądem przemiennym, co m.in. umożliwia stosowanie długich kleszczy, zwiększenie trwałości kielka elektrody i ogranicza przenikanie składników stopowych z kielka do zgrzewanego materiału.