



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

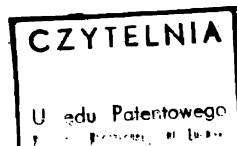
Zgłoszono: 14.12.77 (P. 203008)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 16.07.79

Opis patentowy opublikowano: 31.03.1982

Int. Cl.<sup>2</sup>  
C23C 1/08



Twórcy wynalazku: Adam Gierek, Lech Bajka, Henryk Larysz, Ryszard Iskra

Uprawniony z patentu: Politechnika Śląska im. W. Pstrowskiego,  
Gliwice (Polska)

**Sposób wytwarzania powłoki antykorozyjnej  
na gotowych układach wydechowych silników spalinowych  
lub jego elementach składowych**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania powłoki antykorozyjnej na gotowych układach wydechowych silników spalinowych lub jego elementach składowych, zwłaszcza na tłumikach i rurach wydechowych przeznaczonych dla pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi, które są eksploatowane w warunkach wzmożonej korozji będącej wynikiem zjawisk atmosferycznych oraz niesprzyjających warunków drogowych.

Znany jest sposób wytwarzania powłok antykorozyjnych na układach wydechowych silników spalinowych polegający na pokryciu ich powierzchni zewnętrznej po uprzednim przygotowaniu powłoką lakierniczą lub warstwą tworzywa silikonowego.

Znany jest również sposób podwyższania odporności na działanie korozji układów wydechowych polegający na pokryciu blach i rur przeznaczonych na te układy w sposób ciągły obustronnie dyfuzyjną powłoką aluminiowo-krzemową. Stosowana kąpiel zawiera do 10% krzemu, obniżając znacznie odporność na korozję powłoki.

Znane sposoby wykazują szereg niedogodności.

Powierzchnia układu wydechowego pokryta powłokami lakierniczymi względnie warstwą tworzywa silikonowego ulega szybkiemu uszkodzeniu oraz zniszczeniu wskutek urazów mechanicznych, wywołanych uderzeniami żwiru i tłuczni, grudek lodu oraz zmarznętego śniegu, pochodzącego z powierzchni szosy w trakcie ruchu pojazdu. Efekt

2

ten jest spotęgowany naprężeniami powłoki, spowodowanymi gwałtownymi zmianami temperatury zewnętrznej powierzchni elementów układu wydechowego, zwłaszcza w czasie eksploatacji w sezonie jesiennymi i zimowym. Powłoki ulegają również przyspieszonemu zużyciu wskutek zbytniego nagrzania elementów układu wydechowego. Dotyczy to szczególnie kolektorów wydechowych, odprowadzających przegrzane spaliny bezpośrednio z otworami wydechowymi z głowicy silnika, których temperatura osiąga zakres 600—750°C. Stosowane powłoki lakiernicze oraz z tworzyw silikonowych wykazują krótkotrwałą odporność do zakresu temperatur rzędu 400—450°C wskutek czego nie stanowią one wystarczającego zabezpieczenia silnie nagrzewanych elementów układu wydechowego.

Istotną niedogodnością znanego sposobu jest pokrywanie powłokami lakierniczymi lub tworzywami silikonowymi wyłącznie zewnętrznej powierzchni elementów układu wydechowego, co nie chroni przed zużyciem powierzchni wewnętrznej tych elementów.

Szczególnie intensywny przebieg korozji wewnętrznej układów wydechowych ma miejsce w silnikach, w których wadliwie przebiega proces spalania mieszanki paliwowej. Blacha aluminiowa pokryta obustronnie dyfuzyjną powłoką aluminiową podczas zabiegu wycinania z niej poszczególnych elementów układów wydechowych wykazuje

przecięcia powłoki na krawędziach, natomiast zabiegi głębokiego tłoczenia powodują znaczne prze-wężenie powłoki a niejednokrotnie przerwanie jej ciągłości. Powstanie przewężeń, mikropęknięć oraz przerw ciągłości powłoki, powoduje utworzenie pomiędzy podłożem ze stopów Fe a powłoką Al mikroogniw korozji których potencjał może osią-gnąć do 1,22 V. Również niekorzystnym jest sto-sowanie blach aluminiowanych metodą ciągłą z uwagi na niską odporność na działanie korozji, która jest spowodowana dużą zawartością krzemu, dochodzącą do 10% Si w kąpeli stopu z alumi-nium. Tak wysoką zawartość Si, który w war-stwie zewnętrznej powłoki aluminiowej tworzy fazy typu Al—Fe—Si powoduje znaczne zwiększe-nie korozji elektrochemicznej powłoki, wskutek różnicy potencjałów pomiędzy krystalitami Al—Fe—Si a otaczającą je, bogatą w aluminium eu-tektyką, z których to składników strukturalnych zbudowana jest warstwa zewnętrzna.

Sposób według wynalazku polega na tym, że elementy składowe układów wydechowych lub go-towe układy narażone na działanie korozji i wy-sokich temperatur po uprzednim przygotowaniu ich powierzchni zanurza się do kąpeli stopu alu-minium zawierającego 0,2—2% Cr, 0,5—1% Fe i 0,05—0,2% Ti o temperaturze 700—760°C na okres 60—240 sekund. Kąpiel do aluminiowania nie może zawierać innych składników, szczególnie krzemu, co ma miejsce w znanych procesach alu-miniwania ciągłego.

Poaluminiowane obustronnie elementy składowe łączy się trwale w układ wydechowy poprzez ich spawanie, zgrzewanie lub zaginanie bez usuwania w obszarach łączenia powłoki aluminiowej.

Gotowe układy zanurza się do stopu aluminium zawierającego Cr, Fe i Ti po zmontowaniu z nie-zabezpieczonych powierzchniowo elementów skła-dowych, po uprzednim zamknięciu otworów wło-towych i wylotowych, oraz obciążeniu układu, a po wynurzeniu odwirowuje się względnie otrząsa nadmiar ciekłego stopu aluminium z aluminiowa-nej powierzchni.

Powłoka antykorozyjna uzyskana sposobem we-dług wynalazku wykazuje podwyższoną odporność na działanie korozji, zwłaszcza w warunkach pra-cy układu wydechowego w temperaturach pod-wyższonych, w środowisku o dużej agresywności korozyjnej, a przede wszystkim w roztworach i kondensatach NaCl. Proces aluminiowania musi również zapewnić żaroodporność tych elementów układu wydechowego, które pracują w kontakcie ze spalinami przy strefie wylotowej, a więc po-siadających najwyższą temperaturę. Odnosi się to w pierwszym rzędzie do kolektorów wylotowych spalin z głowicy silnika, które nagrzewają się do temperatury powyżej 400°C.

Z powyższych względów parametry procesu alu-miniwania zanurzeniowego gotowego układu wy-dechowego lub jego elementów zostały tak do-brane, aby zapewnić uzyskanie dwuwarstwowej dyfuzyjnej powłoki aluminiowej na ich powie-rzchni, przy czym warstwa zewnętrzna powinna po-siadać grubość w zakresie 40—100  $\mu\text{m}$ , co gwa-rantuje jej odpowiednią odporność na działanie

korozji zarówno w środowisku temperatur oto-czenia jak i temperatur podwyższonych, dzięki ciąglemu odtwarzaniu na powierzchni powłoki ochronnej warstewki  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Dla zachowania stałej koncentracji względnie ograniczonego spadku za-wartości aluminium w warstwie wierzchniej alu-miniiowanych gotowych układów wydechowych lub jego elementów składowych, pracujących w pod-wyższonych temperaturach, należy stosować po-włoki z dodatkami stopowymi, które ograniczają dyfuzję aluminium w podłoże stopów Fe—C w trakcie eksploatacji układów.

Zachowanie odpowiednio wysokiej koncentracji aluminium w warstwie wierzchniej gwarantuje ciągle odradzanie się ochronnej warstewki  $\text{Al}_2\text{O}_3$  na powierzchni powłoki aluminium w trakcie eks-ploatacji. Najodpowiedniejszym składnikiem sto-powym, który hamuje dyfuzję Al z powłoki w podłoże jest chrom. W wyniku procesu alumini-o-wania w kąpeli stopu Al—Cr zawierającego 0,2 do 2% Cr tworzy on roztwór wtórny z fazą  $\text{FeAl}_3$ .

Przykład I. Elementy składowe układu wy-dechowego po uprzednim przygotowaniu ich po-wierzchni zawieszono na wyciągnikach i następnie zanurzone je do kąpeli stopów aluminium z szyb-kością w zakresie 10 m/minutę. Elementy pracujące w kontakcie ze spalinami o temperaturze 500—600°C, to znaczy kolektory wydechowe tłumika wstępnego poddano aluminiowaniu w kąpeli stopu Al zawierającego 1% Cr, 0,5% Fe i 0,1% Ti o tem-peraturze w zakresie 740°C przez okres 150 sekund.

Przykład II. Elementy pracujące w kontak-cie ze spalinami o temperaturze niższej od 400°C, tj. części składowe korpusu tłumika oraz króciec wylotowy aluminiowanego w kąpeli stopu Al za-wierającego do 0,1% Ti, 0,5% Fe i 0,2% Cr w tem-peraturze 710°C przez okres 180 sekund.

Szybkość wynurzania wynosiła 1 m/minutę. Ele-menty składowe metodą spawania, zgrzewania względnie zaginania połączono w kompletny układ wydechowy.

Przykład III. Kompletny układ wydechowy po zabiegach montażu przygotowano do procesu aluminiowania zanurzeniowego. Zaślepieno otwory wlotowe i wylotowe, obciążono dodatkowo celem pokonania sił wyporu, przygotowano jego powie-rzchnię zewnętrzną i następnie zawieszono na wy-sięgnikach. Tak przygotowane układy wydechowe zanurzone z szybkością 10 m/minutę do kąpeli stopu aluminium zawierającego 0,5% Ti, 0,5% Fe oraz 0,5% Cr o temperaturze 720°C.

Po przetrzymaniu w kąpeli stopu aluminium przez okres 200 sekund układy wynurzone z szyb-kością 1 m/minutę. Nadmiar ciekłego stopu alu-minium usunięto poprzez wibrowanie poalumini-o-wanych układów nad kąpielą aluminiową.

#### Zastrzeżenie patentowe

Sposób wytwarzania powłoki antykorozyjnej na gotowych układach wydechowych silników spali-

nowych lub jego elementach składowych metodą aluminowania zanurzeniowego, **znamienny tym**, że wyroby zanurza się do kąpieli stopu aluminium

zawierającego 0,2—2% Cr, 0,5—1% Fe, 0,05—0,2% Ti, o temperaturze 700—760°C na okres 60—240 sekund.