

STRESZCZENIE PRACY

Alternator to jeden z najważniejszych elementów każdego pojazdu. Odpowiada za dostarczanie energii elektrycznej do akumulatora i zasilanie różnych systemów podczas jazdy. Awaria alternatora może prowadzić do wielu problemów. Niesprawny alternator może wpływać na słabe ładowanie akumulatora, a co za tym idzie, może unieruchomić samochód. Wymiana alternatora na nowy to prostsza i szybsza opcja, która zazwyczaj gwarantuje większą niezawodność i dłuższy okres bezawaryjnej eksploatacji. Jej wadą jest natomiast znacznie wyższy koszt w porównaniu do regeneracji. Regeneracja alternatora samochodowego to proces przywracania jego pełnej sprawności poprzez diagnostykę, wymianę zużytych elementów i testy końcowe. Jest to ekonomiczna i ekologiczna alternatywa dla zakupu nowego podzespołu, pozwalająca na obniżenie kosztów eksploatacji pojazdu.

Proces regeneracji obejmuje kilka kluczowych etapów: demontaż alternatora, dokładne czyszczenie, diagnostykę uszkodzeń, wymianę elementów eksploatacyjnych (łożysk, szczotek, regulatora napięcia, diod prostowniczych, wirnika) oraz końcowe testy na stanowisku badawczym. Dzięki regeneracji można znacząco zmniejszyć ilość odpadów elektronicznych i metalowych, co przyczynia się do ochrony środowiska. Warto jednak pamiętać, że skuteczność procesu zależy od jakości użytych części zamiennych oraz precyzji wykonania naprawy.

Regeneracja alternatora samochodowego metodami lutowniczymi to skuteczny sposób na przywrócenie jego sprawności poprzez naprawę uszkodzonych elementów elektrycznych i elektronicznych. Lutowanie jest wykorzystywane głównie do połączeń wymienionych lub naprawionych podzespołów elektrycznych alternatora. Standardowe luty dostępne na rynku nie dają oczekiwanych rezultatów. Świadczy o tym duży wskaźnik reklamacji alternatorów zregenerowanych z wykorzystaniem tradycyjnych stopów lutowniczych. Luty wieloskładnikowe, dzięki odpowiednio dobranej kompozycji stopów metali, charakteryzują się zwiększoną odpornością na wysokie temperatury, lepszym przewodnictwem elektrycznym oraz większą trwałością mechaniczną w porównaniu do tradycyjnych stopów lutowniczych.

Jako materiał badawczy wykorzystano 12 próbek lutów na bazie cyny o różnych dodatkach stopowych. Miało to na celu uzyskanie trwalszych i bardziej niezawodnych połączeń, co przekłada się na dłuższą żywotność zregenerowanego alternatora.

Analiza literatury a także wykonane badania wstępne umożliwiły wybór metody lutowania jako skuteczny sposób na efektywne i ekologiczne rozwiązanie wykorzystane podczas regeneracji alternatorów samochodowych, które przywraca pełną funkcjonalność układu ładowania pojazdu, minimalizując koszty i odpady.

Analiza uzyskanych wyników umożliwiła sformułowanie tezy, która zakłada że, ***znaczna poprawę własności użytkowych połączeń podzespołów alternatorów pojazdów***

samochodowych można uzyskać poprzez odpowiednią modyfikację składu chemicznego lutów i technologii lutowania używanych podczas regeneracji podzespołów tych urządzeń.

W celu udowodnienia tezy zaproponowano następujące badania na dodatkowych próbkach autorskiego opracowania (dla których otrzymano najlepsze rezultaty po badaniach rozpoznawczych), oraz na obiekcie rzeczywistym, który stanowią regenerowane alternatory. Postanowiono przede wszystkim wykonać:

- opracowanie sposobu lutowania elementów alternatora przy pomocy autorskiej metody z wykorzystaniem tulejki ocynowanej tulejki miedzianej,
- badania rzadkopląnności testowanych lutów,
- badania rentgenowskie próbek rzadkopląnności, które wykazały najlepsze własności mechaniczne spośród lutów stosowanych w części badań rozpoznawczych,
- ustalenie prawidłowych parametrów lutowania testowych złączy na obiekcie rzeczywistym,
- testowanie złączy lutowanych na obiekcie rzeczywistym,
- badania elektryczne badanych złączy lutowanych,
- porównywanie charakterystyk napięć w regenerowanym alternatorze wg autorskiej metody i porównanie ich z charakterystykami napięć w fabrycznie nowym alternatorze,
- analiza jakości regenerowanych alternatorów autorską metodą na podstawie raportu reklamacji/zwrotów w wybranym okresie

Wyniki badań laboratoryjnych pozwoliły potwierdzić, że opracowana autorska metoda regeneracji alternatorów z zastosowaniem lutu wieloskładnikowego o składzie Sn-2% Ag-3% Pb-0,7% Cu-0,4% Al, który znacznie poprawi jakość regenerowanych urządzeń w tym alternatorów samochodowych. Opracowany lut wykazał lepsze właściwości mechaniczne i elektryczne w porównaniu do tradycyjnych stopów Sn-Pb i Sn-Ag, co potwierdziły testy wytrzymałości oraz przewodności po regeneracji. Wykorzystanie tej technologii pozwala na zwiększenie trwałości naprawionych podzespołów, co jest istotnym aspektem w układach elektrycznych poddawanych dużym obciążeniom.

Prawidłowo przeprowadzona regeneracja z użyciem autorskiej metody, zapewnia wydajność alternatora na poziomie zbliżonym do fabrycznego a w niektórych przypadkach znacznie wyższym, co pozytywnie wpływa na funkcjonowanie układu elektrycznego pojazdu.

Teza pracy została udowodniona. Opracowana, zweryfikowana i w dalszej części walidowana autorska metoda regeneracji alternatorów została wdrożona w procesie regeneracji alternatorów samochodowych w zakładzie AS-PL w Lubichowie. Regeneracja alternatora przy użyciu autorskiego stopu lutowniczego stanowi innowacyjne rozwiązanie, które może znaleźć zastosowanie w szeroko pojętej elektromechanice pojazdowej, łącząc trwałość, wydajność i efektywność kosztową. Rozwiązanie zostało poddane procesowi weryfikacji, która potwierdziła redukcję emisji CO₂ w procesie regeneracji alternatorów samochodowych co wpisuje się w działania na rzecz ochrony środowiska, wspierając redukcję śladu węglowego przyczyniając się do zrównoważonego rozwoju w przemyśle w myśl dyrektywy CSRD.