

## Warto wiedzieć!

Przykładowe zastosowanie klejów  
w przemyśle autobusowym:

- klejenie przedniej i tylnej ściany;
  - klejenie i fugowanie okien;
  - klejenie poszycia dachu;
  - zabezpieczenie gwintów;
- klejenie wykładzin tapicerskich;
  - izolacja szkieletu autobusu;
  - klejenie podłogi.

## Poznaj nasze produkty

### Monolith 342-1

Polecane do klejenia tworzyw kompozytowych. Duża wytrzymałość zmęczeniowa oraz wytrzymałość na udary. Znajdują zastosowanie w przemyśle środków transportu.



### Monolith SE 132-1

Elastyczny epoksyd, twardość Shore A 70. Bardzo dobra przyczepność do wysokojakościowych blach stopowych, blach obrobionych chemicznie, blach z metali kolorowych oraz wielu materiałów trudno sklejalnych.



## Technologia klejenia w produkcji autobusów

W dzisiejszych czasach klejenie ma bardzo szerokie spektrum zastosowania. Wykorzystuje się je zarówno w tworzeniu jednostkowych produktów, jak i w produkcji wielkoseryjnej. Za pomocą klejów można łączyć części bardzo małe, np. w elektronice, ale również elementy o dużych gabarytach, między innymi w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym. Powszechnie stosuje się tę metodę łączenia materiałów w produkcji tramwajów oraz autobusów. Najbardziej popularne zastosowanie klejów w motoryzacji to łączenie elementów nadwozia. Jest to alternatywa do połączeń lutowanych, spawanych, śrubowych czy nitowanych. Inne rozwiązanie to połączenie klejenia z którąś z metod tradycyjnych, np. zgrzewaniem oporowym.

### Produkcja autobusów

W przemyśle autobusowym najczęściej stosuje się kleje topliwe, kontaktowe, utwardzane przez docisk, cyjanoakrylowe, anaerobowe, poliuretanowe (PU), polimerowe modyfikowane silanem (MS-polimer) oraz strukturalne dwuskładnikowe epoksydowe i akrylowe. Służą one łączeniu elementów nadwozia. Stosunkowo nowym rozwiązaniem w motoryzacji są kleje, które mają zdolność łączenia powierzchni zaolejonych, surowych (nieprzygotowanych) lub ocynkowanych. Prowadzono również badania nad zdolnością połączeń klejowych do absorpcji energii, która powstaje np. wskutek zderzenia pojazdu. Wniosek z doświadczeń jest taki, że połączenie klejowe w kombinacji ze zgrzewaniem lepiej pochłania energię niż nadwozia łączone jedynie za pomocą tradycyjnej metody. Możliwe staje się więc skonstruowanie pojazdu o mniejszej masie, ulepszonych właściwościach trakcyjnych oraz dodatkowo o obniżonej podatności na korozję.

### Zalety klejenia

Nie pierwszy raz można się przekonać, że stosowanie metody klejenia w wielu gałęziach przemysłu ma wiele zalet. Jeśli chodzi o motoryzację,

a dokładniej produkcję autobusów, są to między innymi:

- bardziej równomierny rozkład obciążeń w złączu. Istnieje możliwość połączenia różnych materiałów, np. tworzywa sztucznego i metalu. Warunkiem jest jednak odpowiednie przygotowanie powierzchni,
- łączenie materiałów o różnych współczynnikach rozszerzalności cieplnej. Dzięki tej właściwości można przykleić aluminiowe poszycie dachu autobusu do szkieletu wykonanego ze stali nierdzewnej,
- umożliwienie zastosowania lżejszych materiałów, co w konsekwencji powoduje zmniejszenie masy konstrukcji, a jednocześnie zwiększenie jej sztywności,
- lepsze wykorzystanie właściwości łączonych materiałów, dzięki temu, że nie trzeba ich przegrzewać oraz nie osłabia się ich konstrukcji przez wykonywanie otworów potrzebnych np. do nitowania,
- wodo- i gazoszczelność. Klej używany do montażu przedniej ściany autobusu wykonanej z tworzywa sztucznego ma również działanie uszczelniające,
- pozbycie się ograniczeń w stylizacji nadwozia,
- właściwości izolujące i uszczelniające, a co za tym idzie, również antykorozyjne. Możliwy jest wybór kleju o bardzo małej przewodności elektrycznej, dzięki temu zapobiega się powstawaniu ognisk korozji galwanicznej. Również w drugą stronę – można wybrać klej o dobrych właściwościach przewodzących, z domieszką metalu,
- tłumienie hałasu i zmniejszenie wibracji podczas poruszania się pojazdu poprzez wybór kleju o odpowiednim współczynniku tłumienia.

### Wady połączeń klejowych

Najważniejsze z nich to:

- konieczność przygotowania powierzchni, np. odtłuszczenie, obróbka mechaniczna,
- wytrzymałość cieplna połączenia ma swoją granicę,

- ograniczona kontrola złączy, możliwa głównie przez zastosowanie badań niszczących,
- starzenie się złącza. Na szczęście trwałość połączeń jest na tyle duża, że w zupełności wystarcza na czas eksploatacji pojazdów,
- pojawiający się problem naprężeń wywołany przez kleje.

### Wizja przyszłości

Do czego dążą producenci klejów oraz ich użytkownicy? Przyszłość to przede wszystkim opracowanie takich substancji, które nie wymagają przygotowania do klejenia zanieczyszczonych powierzchni. Już teraz powstają kleje posiadające takie zdolności, np. wspomniane już wcześniej łączenie zaolejonych metali. Tworzy się również nowe metody przygotowania powierzchni, takie jak fluorowanie, czy plazmowanie, szczególnie chodzi tu o materiały o małym napięciu powierzchniowym (np. PTFE). Producenci dążą do skrócenia czasu utwardzania klejów. Dużą uwagę przykładają się także do aspektu ekologicznego — produkowania klejów przyjaznych środowisku, o dyspersji na bazie wody i braku odparowywania szkodliwego rozpuszczalnika — octanu etylu. Aby przyspieszyć cały proces klejenia, tworzone są już powłoki preaplikowane, np. szyby, na których producent naniósł już warstwę kleju.

Zastosowanie klejenia w przemyśle motoryzacyjnym stale się poszerza. W konstrukcjach autobusów już około 30% połączeń stanowią te wykonane przy użyciu klejów. Nowoczesne technologie prowadzą do stopniowego wyparcia tradycyjnych metod łączenia materiałów. Kwestią czasu jest, chociażby całkowite odejście od spawania na rzecz klejenia, nawet jeśli chodzi o konstrukcję szkieletów pojazdów.