

Zbigniew Mirski  
Tomasz Piwowarczyk

### **Historia klejenia – od prehistorii do dzisiaj** History of gluing – from prehistory to present day

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono historię klejenia na świecie od czasów prehistorycznych do dzisiaj. Podzielono ją na cztery okresy: prehistoria, starożytność, średniowiecze, czasy nowożytne i najnowsze. Przedstawiono liczne dowody świadczące o uznaniu klejenia jako najstarszej technologii spajania. Zaprezentowano przykłady z przyrody będącej inspiracją dla klejenia. Opisano okoliczności wynalezienia najczęściej stosowanych rodzajów klejów. Omówiono ewolucję powszechnie używanych przedmiotów zawierających klej, jak np. znaczki pocztowe czy taśma klejąca. W końcowym fragmencie opisano aktualne trendy w technice klejenia.

#### **Abstract**

In this article, history of gluing on the world from prehistory to present day is presented. It is divided in 4 periods: prehistory, antiquity, the Middle Ages, modern and the latest times. Numerous evidences testifying for recognition of gluing as the oldest technology of bonding are presented. Also examples from nature constituting inspiration for adhesives are mentioned. Circumstances of invention of adhesives the most often used are described. Evolution of things commonly used including adhesives, like for example postage stamps or adhesive tape, is discussed. In the final part current trends in adhesive technology are described.

Zbigniew Mirski  
Tomasz Piwowarczyk

### **Podstawy klejenia, kleje i ich właściwości** Principles of gluing, adhesives and their properties

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono podstawowe zjawiska fizykochemiczne występujące podczas klejenia materiałów: adhezję, kohezję i zwilżalność. Omówiono zalety i wady technologii klejenia w porównaniu z innymi metodami łączenia. Scharakteryzowano czynniki wpływające na powstanie połączeń klejowych. Przedstawiono metody przygotowania powierzchni elementów łączonych do klejenia oraz podstawowe kryteria podziału klejów i ich rodzaje. Zamieszczono zasady projektowania i badań wytrzymałościowych połączeń klejowych.

#### **Abstract**

Fundamental physical chemistry phenomena occurring in materials gluing: adhesion, cohesion and wettability, are presented in this paper. Advantages and disadvantages of gluing technology in comparison with other methods of bonding are discussed. Factors influencing

the gluing joints forming are characterized. Methods of preparation of bonded materials surfaces for gluing are discussed. Fundamental criteria of adhesives division and kinds of adhesives are presented. Design rules and shearstrength tests of adhesive joints are inserted.

Józef Kuczmaszewski

**Czynniki niepewności prognozy wytrzymałości klejowych połączeń metali**  
Factors of the uncertainty metal adhesive joints strength forecast

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono analizę czynników istotnie wpływających na niepewność prognozy wytrzymałości klejowych połączeń metali. Analizę ograniczono do połączeń zakładkowych, najczęściej stosowanych, ale także, ze względu na specyfikę cech konstrukcyjnych, najbardziej złożonych z punktu widzenia teorii wytrzymałości. Zdefiniowane, ważniejsze czynniki podzielono na kilka grup, a następnie dla każdej z grup przedstawiono wybrane wyniki eksperymentów wskazujących na „wrażliwość” wytrzymałości zakładkowych połączeń klejowych na zmiany ich wartości. Poza wytrzymałością doraźną, analizowano także wytrzymałość długotrwałą statyczną. Przedstawiono własne badania starzeniowe i ekstrapolację tych wyników na okres 15 lat. Na podstawie wyników badań pełzania, przedstawiono także prognozę wytrzymałości długotrwałej statycznej na ścinanie. Pracę zakończono wnioskami dotyczącymi istotności wpływu poszczególnych grup czynników na stopień niepewności prognozy wytrzymałości zakładkowych połączeń klejowych.

**Abstract**

This paper presents an analysis of factors significantly influencing the uncertainty of forecast of strength of metal adhesive joints. This analysis was limited to lap joints which are mostly used in practice. Moreover, this type of joint, because of the specifics of its construction qualities, is the most complex from the strength theory point of view. The main factors, defined in this paper were divided into a few groups and then, for each of them, the author presented selected results of experiments, indicating the sensitiveness of the adhesive joints strength to changes of these factors. Except for the immediate strength, the long time strength of static adhesive joints was also analysed. The author presented his own ageing tests and their extrapolation on a 15 years period of time. Based on the results of creep, the forecast of long time shear strength was presented too. This paper ends with conclusions concerning the significance of influence of particular groups of factors on the degree of uncertainty of forecast of adhesive lap joints strength.

Anna Rudawska  
Marcin Łukasiewicz

**Wpływ obróbki mechanicznej na wytrzymałość połączeń klejowych wybranych materiałów konstrukcyjnych**

The influence of the mechanical treatment on bonding joints strength of chosen constructional materials

## **Streszczenie**

W artykule przedstawiono wyniki badań wytrzymałościowych połączeń klejowych różnych materiałów konstrukcyjnych: blach stalowych, blach aluminiowych oraz blach ocynkowanych. Istotnym czynnikiem technologicznym wpływającym na wytrzymałość połączeń klejowych jest sposób przygotowania powierzchni. Do klejenia wybranych materiałów konstrukcyjnych wybrano obróbkę mechaniczną ściernymi narzędziami nasypowymi. Przeprowadzone badania wykazały, że przygotowanie powierzchni także korzystnie wpływa na wytrzymałość połączeń klejowych. Próbki, których powierzchnie nie zostały poddane jakiegokolwiek obróbce przygotowawczej, uzyskały we wszystkich przypadkach o wiele niższą wytrzymałość.

## **Abstract**

The article presents tests results of bonding joints strength of different constructional materials: sheet steels, aluminum sheets and zinc coated sheet metals. A technological major factor having influence on the bonding joint strength is the way of the surface treatment. As the way of the surface treatment to the bonding of chosen constructional materials one accepted the mechanical tooling with abrasive embankment tools. Research results show profitable influence the mechanical tooling surface treatment has on the bonding joints strength. Samples which surfaces were not after any surface treatment have obtained in all analysed cases the lower strength.

Marek Rośkowicz

## **Statyczna trwałość czasowa połączeń klejowych** Static safe life of glue joints

## **Streszczenie**

W artykule przedstawiono problematykę statycznej trwałości czasowej połączeń klejowych. Rozważano dwie przyczyny ograniczonej trwałości tego rodzaju połączeń. Pierwszą związaną z procesami starzeniowymi zachodzącymi w samej spoinie klejowej traktowanej jako tworzywo wielkocząsteczkowe – zmiana wytrzymałości kohezyjnej – oraz procesami zachodzącymi na granicy faz spoina klejowa łączony element – zmiana wytrzymałości adhezyjnej oraz drugą związaną z pełzaniem spoin połączeń klejowych. Przedstawiono również wyniki badań eksperymentalnych, których celem było rozpoznanie problemu statycznej trwałości czasowej połączeń oraz sprawdzenie czy na podstawie przebiegu krzywych pełzania różnych kompozycji adhezyjnych (badanych jako tworzywo) można wstępnie prognozować trwałość połączeń adhezyjnych. Badaniom poddawano kleje konstrukcyjne oparte na żywicach epoksydowych. Stwierdzono istnienie zależności jakościowej pomiędzy charakterem krzywej pełzania tworzywa adhezyjnego a trwałością połączeń, w których tworzywo jest wykorzystywane. Wstępna ocena kształtu krzywych pełzania kleju pozwala przewidywać zdolność spoin do długotrwałego przenoszenia obciążeń i prowadzić efektywną analizę porównawczą jakości tworzyw adhezyjnych.

## **Abstract**

Static long-lasting life of adhesive joints issues are presented in the article. Two causes of the limited static long-lasting life that kind of joints were considered. First is bound by natural ageing processes that occur in the adhesive layer treated as plastic (change of cohesion strength) and the processes that occur in the phase boundary: adhesive layer-adherend (change

of adhesive strength) and second is bound by creep of adhesive layer. The results of experimental investigations are also presented. The recognition of the problem of the static longlasting life of adhesive joints was their aim and checking that can initially forecast to static long-lasting life of adhesive joints on the basis of the creep curves of adhesive composites (tested as the plastic). Constructional adhesives based on epoxy resins are subjected investigations. The existence of qualitative dependence between the character of creep curves of the adhesive material and the static long of the joints is founded. The preliminary analysis of the shape of creep curves adhesive lets predict the ability of joints to the long-lasting transfer of loading and to conduct the effective comparative analysis of the quality of adhesive materials

Jan Godzimirski  
Andrzej Komorek

### **Trwałość zmęczeniowa połączeń klejowych** Fatigue life of adhesive joints

#### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono wyniki badań trwałości zmęczeniowej połączeń klejowych (zakładkowych, czołowych i czopowych walcowych) klejonych Epidianem 57+Z1 oraz klejowymi materiałami regeneracyjnymi. Klejonymi materiałami były: stop aluminiowy lub stal. Blachy ze stopu aluminiowego przygotowywano do klejenia za pomocą różnych metod w celu uzyskania różnych właściwości adhezyjnych spoin. Połączenia obciążano cyklami odzerowotętniającymi o częstotliwości 20 Hz i różnych wartościach obciążenia maksymalnego. Porównano trwałość zmęczeniową różnych rodzajów połączeń klejowych, oceniono wpływ adhezji na trwałość połączeń oraz określono wartości dopuszczalnych maksymalnych obciążeń zmęczeniowych dla połączeń wykonanych różnymi materiałami adhezyjnymi, przy założonej trwałości. Wykazano, że połączenia o większej wytrzymałości, wynikającej z bardziej efektywnego przygotowania powierzchni do klejenia, mogą być obciążane zmęczeniowo mniejszymi względnymi wartościami sił, niż połączenia o niższej wytrzymałości. Dodatkowo wykonano badania, które wykazały, że w temperaturze otoczenia występuje pełzanie tworzyw adhezyjnych i może mieć ono wpływ na mechanizm zniszczenia zmęczeniowego.

#### **Abstract**

This paper presents results of fatigue life research of bonded Epidian 57+Z1 and sticky regenerative materials adhesive joints (overlap, butt and sleeve joints). Bonded materials were aluminium alloy and steel. Different methods of sheet aluminium alloy surface preparation were used to obtain different adhesion. Joints were loaded by to zero pulsating load cycles (frequency 20 HZ, different value of maximum load). The fatigue life of different glued joint sort were compared, the adhesion impact on fatigue life of joints was evaluated and, for assumed durability, the allowable load values were determined for different adhesives bonded joints. It was pointed out that more resistant adhesive joints (which strength results with good adhesion – more effective surface preparation) can be fatigue loaded by smaller relative forces then less resistant ones. The extra researches were made which proved that at ambient temperature the adhesives creep and them ambient-temperature creep may be have an essential effect on fatigue failure of adhesive joints.

Tomasz Bugaj

**Wybrane aspekty technologii klejenia w produkcji autobusów**  
Some aspects of busses adhesive bonding technology

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono wybrane aspekty technologii klejenia w budowie autobusów wraz z jej wadami i zaletami oraz przewidywane drogi rozwoju. Przedstawiono porównanie jej właściwości z tradycyjnymi metodami łączenia (spawanie, nitowanie, skręcanie itd). Ponadto przykłady zastosowań klejów w przemyśle w procesie produkcji autobusów. Opisano także grupy klejów przemysłowych z ich właściwościami, wadami i zaletami.

**Abstract**

This paper describes some aspects of adhesive bonding technology. There are advantages and disadvantages concerned with that technology, possible ways of developing this technology in future are described. A comparison with traditional method of jointing (welding, riveting, bolting etc.) is included. As an example of industrial application of adhesives, busses factory is used. Each group of industrial adhesives is described with its characteristic properties, advantages and disadvantages.