





O KLEJACH I KLEJENIU (część 1) — mgr Stefan Sękowski • UNIWERSALNY WZMACNIACZ M. CZ. — mgr Jacek Sawicki • KONTENER DO PRZENOSZENIA LUBIANEK. — Stefan Zbudniewek • DOZUJĄCA CUKIERNICA — Henryk Kubica • JAK ZOSTAĆ KRÓTKOFAŁOWCEM (odcinek 14) — mgr inż. Witold Kozak

## O KLEJACH I KLEJENIU (Cz. I)

### Nie dajmy się zwieść nazwie

Często widzimy w sklepie tubkę lub słoiczek kleju, na którym widnieje szumny napis, iż jest to klej „uniwersalny”, łączący dosłownie wszystko ze wszystkim. Kogo by taka reklama nie pociągnęła!

Kupujemy ów zachwalany klej, przechodzimy do domu i próbujemy zreperować stłuczony talerz lub przymocować blaszkę do szkła. Czyścimy, smarujemy cienko, smarujemy grubo, czekamy, suszymy, ogrzewamy i przeważnie spotyka nas zawód, klejone elementy rozpadają się, nie chcą się trzymać.

Tymczasem przymiotnik „uniwersalny” mówi nam wyraźnie, iż dany klej jest wszechstronny, nadaje się do wszystkiego.

Niestety! Zapamiętajmy to dobrze — **kleju uniwersalnego nie ma** i — co najważniejsze — podobnie jak perpetuum mobile — **być nie może**.

Dlatego też, aby oszczędzić sobie niepotrzebnych wydatków, czasu, a co najważniejsze nerwów, każdy, kto zamierza cokolwiek kleić, powinien zapoznać się z naszym artykułem omawiającym rodzaje klejów, ich zastosowanie i sposób użycia.

### Pierwsze próby i pierwsze niepowodzenia

Wyobraźmy sobie, że klejem stolarskim (najlepszym, jaki istnieje) łączymy takie oto materiały: drewno z drewnem, blachę z blachą, gumę z gumą.

Po 24 godzinach schnięcia dokonujemy przeglądu sklejonych materiałów i... wynik jeden do dwóch. Mianowicie tylko drewno połączone klejem stolarskim z drewnem trzyma się doskonale. Pozostałe próbki rozlatują się po byle dotknięciu. A więc blacha nie trzyma się blachy, a guma gumy. Dlaczego?

Aby móc na to pytanie odpowiedzieć, zastanówmy się, jaki jest mechanizm twardnienia spoiny z kleju stolarskiego.

Klej stolarski, aby stwardniał, musi się pozbyć wody, i to, jak pamiętamy, nawet dużych ilości wody. W drewno, papier, tekturę czy płótno woda może wsiąkać swobodnie, gdyż są to materiały porowate. Ale metale? Gdzie ma się tu podziać, gdzie uciec ta nieszczęsna woda z kleju? Z jednej i drugiej strony gładki, nieporowaty i nieprzeziąkliwy metal.

A więc klejami twardniejącymi wskutek wyparowania, bądź absorpcji rozpuszczalnika, czyli klejami rozpuszczalnikowymi nie da się kleić ciał nieporowatych (metal, szkło itp.).

Niepowodzenie z gumą jest wręcz podwójne. Po pierwsze — zwykła guma dętkowa jest ciałem nieporowatym. Dalej — nawet gdyby klej stolarski, umieszczony pomiędzy dwiema warstwami gumy, jakimś sposobem pozbył się wody, to i tak nic to nie pomoże.

Jak wiemy, suchy, stwardniały już klej stolarski jest zupełnie nieelastyczny i kruchy. Tymczasem guma — to przecież symbol rozciągliwości i elastyczności! A więc tych dwu sprzecznych właściwości — sztywności i elastyczności — nie można pogodzić, tak jak nie można pogodzić ognia z wodą.

Dlatego właśnie dętki, pęcherze pilek czy inne elastyczne i bardzo rozciągliwe gumowe wyroby kleimy klejem wykonanym z kauczuku. Spoina powstająca z takiego kleju, z racji swego pochodzenia ma własności bardzo zbliżone do fizycznych właściwości gumy.

### Trzy rodzaje klejów

W związku z wyżej opisanymi niepowodzeniami nasuwa się pytanie, czym wobec tego należy kleić ciała nieporowate, jak np. szkło lub metale?

W takich przypadkach uciekamy się do pomocy klejów chemo- lub termoutwardzalnych. Mówiąc zrozumialej: do łączenia materiałów nieporowatych, nie nasiąkliwych należy używać klejów, których twardnienie powodowane jest nie wyparowywaniem rozpuszczalnika, lecz reakcjami chemicznymi zachodzącymi w spoinie. Reakcje te wywołac może dodatek odpowiedniego katalizatora lub silniejsze ogrzanie.

Reasumując — mamy trzy wielkie rodziny klejów:

- kleje rozpuszczalnikowe — Butapren, stolarski, dekstrynowy, Igol, biurowy, POW, Cristal-Cement, Skorolep,
- kleje chemoutwardzalne — Epidian 5, Epidian 51, Izokal 102,
- kleje termoutwardzalne — BWF-21, Hermetikol.

### Sześć przykazań dobrego klejenia

- 1) Nie ma klejów uniwersalnych.
- 2) Klejami twardniejącymi wskutek wyparowania, bądź wsiąkania rozpuszczalnika, a więc klejami rozpuszczalnikowymi — nie da się kleić ciał nieporowatych (metali, szkła itp.).
- 3) Powstająca z kleju spoina musi mieć własności fizyczne możliwie zbliżone do własności fizycznych klejonego materiału (np. spoina z kleju użytego do łączenia gumowych elementów musi być tak samo elastyczna jak guma).
- 4) Wytrzymałą spoinę może dać tylko klej odznaczający się dobrą adhezją do łączonych ciał. (W tym przypadku adhezją zwie się siłę przyczepności kleju do podłoża).
- 5) Trwałe złącze może dać tylko klej wykazujący dużą kohezję. (Kohezją nazywa się siłę, z jaką nawzajem powiązane są cząsteczki samego kleju). Jest to warunek, aby spoina była wytrzymała mechanicznie.
- 6) Warunkiem otrzymania trwałego złącza jest dokładne i odpowiednie dla danego kleju przygotowanie powierzchni łączonych elementów.



## Kleje i ich podział

Znamy tysiące najrozmaitszych klejów, które mają niezliczoną ilość nazw chemicznych, a przede wszystkim handlowych. Dla łatwiejszego zorientowania się w tym „gąszczu”, podzielimy poniżej kleje na naturalne, syntetyczne i specjalne.

Kleje naturalne sporządza się z surowców dostarczanych przez przyrodę; należą tu np. klej stolarski (z kości), biurowy (z mąki), kauczuk rozpuszczony w benzynie, guma arabska itd.

Kleje syntetyczne — to kleje otrzymane z surowców wytworzonych lub przetworzonych chemicznie. Tu zalicza się kleje wykonane z pochodnych celulozy, żywic fenolowo-formaldehidowych, żywic epoksydowych, kauczuków syntetycznych itd.

Z kolei kleje specjalne — to mieszaniny roztworów żywic syntetycznych, przeznaczone do wąskich specjalistycznych celów.

### I. Kleje naturalne — zwierzęce

#### 1. Klej kostny do drewna

Bardzo dobrym klejem do drewna jest klej stolarski. Kulki, łuski, perełki lub pokruszoną tabliczkę kleju stolarskiego (otrzymywanego z kości zwierzęcych) wsypać do blaszanej puszki i zalać ciepłą wodą (225 ml wody na 100 g kleju). Tak moczyć klej całą noc, a następnie puszkę wstawić do większego naczynia z ciepłą wodą i ogrzewać. UWAGA: kleju stolarskiego nie wolno ogrzewać bezpośrednio, gdyż ogrzany powyżej 80°C da następnie spoiny o mniejszej wytrzymałości mechanicznej.

Klej nakłada się na gorąco na suche elementy drewniane, niczym nie pokryte i przetarte papierem ściernym i zaraz łączy. Należy przy tym pamiętać o konieczności ściskania razem elementów sklejanym, ściskanie bowiem wpływa korzystnie na wytrzymałość spoiny. Jest ona pełnowartościowa po około 20 godzinach.

#### 2. Klej kostny do kartonu

Do blaszanej puszki wlać 75 ml gorącej wody, wsypać 25 g cukru, a gdy się całkowicie rozpuści, dodać 6,5 g wapna gaszonego. Całość wymieszać i postawić na łaźni wodnej na 6 godzin. Na noc puszkę pozostawić w spokoju, a następnego dnia zlać ostrożnie klarowny płyn, a osad odrzucić. Do 40 ml takiej cieczy dodać 60 g uprzednio już namoczonego kleju kostnego, wymieszać i dalej ogrzewać na łaźni wodnej, często mieszając, przez 3—4 godziny. Do tak otrzymanego kleju dodać 3 g kwasu szczawowego lub cytrynowego (tzw. kwasek cytrynowy).

Klej powinien być zawieszisty, ale łatwy do smarowania. Jeżeli jest zbyt gęsty, dodać 1—2 ml esencji octowej. Gotowy klej przelać do szczelnie zamykanego słoiczka.

#### 3. Klej kostny do papieru, kartonu, tektury

W 260 ml wody namoczyć na noc 100 g kleju kostnego. Następnego dnia ogrzewać do rozpuszczenia na łaźni wodnej. Następnie należy dodać 25 ml denaturatu i 5 g sproszkowanego alunu glinowo-potasowego  $AlK(SO)_4 \cdot 12H_2O$  (używany szeroko w kosmetyce, zwany popularnie alunem).

Przed nalaniem do słoiczka klej ten trzeba pozostawić w spokoju przez 24 godziny i dopiero potem zlać roztwór z nad osadu.

#### 4. Klej kostny do łączenia papieru pergaminowego

Mieszaniłą 8 ml stężonego kwasu octowego (esencji octowej) i 12 ml wody zalać na noc w emaliowanym naczyniu 10 g drobno połamane go kleju kostnego. Następnego dnia dosypać do naczynia 0,5 g drobno sproszkowanego dwuchromianu potasu,  $K_2Cr_2O_7$ . Całość postawić na łaźni wodnej i stale mieszając ogrzewać aż do otrzymania jednorodnego roztworu.

Tak otrzymany klej przelać do słoika z ciemnego szkła lub oklejonego papierem w celu ochrony przed światłem.

5. Klej do sporządzenia tzw. papieru „gumowego”

W 25 ml wody namoczyć na noc 11 g kleju kostnego. Następnego dnia naczynie z klejem postawić na łaźni wodnej, dodać 1,5 ml gliceryny i całość mieszając ogrzewać, aż powstanie jednolita zawiesina. Ciepłym klejem pokryć gumowy walek z rączką (używany w pracach fotograficznych) i wałkiem tym przesuwać po papierze czy bibułce leżącej na szklanej płytce. Warstewka kleju musi być cienka, lecz równomiernie rozłożona.



Aby powleczony klejem papier się nie pofałdował, do suszenia napina się go pinezkami na deseczce. Wskutek dodatku gliceryny klej po wyschnięciu łatwo pochłania wodę, a tym samym zwilżany papier nadaje się do oklejania, np. w modelarstwie.

Kleje kazeinowe — kazeinę otrzymuje się z dokładnie odciganego, chudego mleka. Strąca się z niego twaróg, oddziela od serwatki i starannie płucze wodą. Po wysuszeniu otrzymuje się kazeinę, która jest podstawowym materiałem do produkcji wartościowych, szeroko stosowanych klejów kazeinowych. Kleje te są wodoodporne, używa się ich do łączenia drewna, papieru oraz papieru ze szkłem.

Czysta kazeina w wodzie nie rozpuszcza się, natomiast pęcznieje. Rozpuszcza się ona w wodnych roztworach różnych

wodorotlenków, przy czym niektóre z tych roztworów są odwracalne, a inne nie.

Odwracalność roztworów kazeinowych polega na ich zdolności ponownego rozpuszczania się w wodzie po poprzednim wyschnięciu. Natomiast roztwory nieodwracalne raz utwardzone nie dadzą się już w żaden sposób ponownie rozpuścić. Roztwory te, wskutek zachodzących reakcji chemicznych, już po 30 minutach zaczynają twardnieć i stają się wówczas niezdatne do użytku. Dlatego należy jednorazowo przyrządzać niewielkie ich ilości. Złącze utworzone z nieodwracalnych roztworów kazeiny jest bardzo wytrzymałe mechanicznie, a przy tym odporne na wodę i wilgoc.

6. Klej kazeinowy do drewna odwracalny

a) kazeina	25 g
wodorotlenek sodu	3 g
woda	72 ml

W podanej ilości wody rozpuścić wodorotlenek sodu, po czym roztworem tym zalać drobno zmieloną kazeinę. Po paru minutach mieszania otrzymamy jednorodną zawiesinę kleju.

b) kazeina	25 g
wodorotlenek amonu 25%	18 ml
woda	60 ml





Wodorotlenek amonu (amoniak) zmieszane z wodą i tym roztworem zalać kazeinę.

Obydwa kleje stosuje się na zimno. Klejone drewno musi być suche.

7. Klej kazeinowy, wodoodporny, do drewna

a) kazeina	25 g
wodorotlenek wapniowy	8 g
woda	75 ml

Ciepłą wodą rozrabia się wapno gaszone (wodorotlenek wapniowy) i do tej zawiesiny, wolnej od grudek i piasku, wsypuje się odważoną porcję kazeiny. Po starannym wymieszaniu powstaje dobry, wodoodporny klej. Klej ten po około 30 minutach silnie gęstnieje i w tym stanie nie nadaje się już do klejenia.

Jeżeli zamiast wodorotlenku wapniowego kazeinę rozpuścić w mieszaninie szkła wodnego i wodorotlenku sodu, otrzyma się wówczas klej również wodoodporny, ale twardniejący znacznie wolniej.

b) kazeina	10 g
wodorotlenek sodu	2,5 g
szkło wodne sodowe	7 g
woda	4 ml

W podanej ilości wody rozpuścić wodorotlenek sodu. Roztwór ten zmieszać ze szkłem wodnym i całością zalać porcję kazeiny. Po paru minutach mieszania powstaje doskonały klej, który twardnieje dopiero po kilku godzinach.

8. Klej kazeinowy do bardzo trwałego łączenia kartonu i tektury

W 100 ml wody rozpuścić 2 g boraksu. Roztworem tym zalać 30 g sproszkowanej kazeiny. Aby przyspieszyć pęcznienie grudek kazeiny, można naczynie postawić na łaźni wodnej i ogrzewać mieszając, aż znikną „kluski”. Naczynie odstawić, aby kazeina ostygła, dodać 10 ml 25% amoniaku i 15 ml denaturatu. Jeżeli po dokładnym wymieszaniu roztwór okaże się za gęsty, dodać odrobinę wody. Klej ten wysycha i twardnieje dosyć szybko, lecz rozrobiony można przechowywać kilkanaście dni. Otrzymana spoina jest bardzo trwała i wodoodporna.

9. Klej kazeinowy wodoodporny do etykietek na szkło.

20 g drobno zmielonej kazeiny zmieszać na sucho z 8 g boraksu i całość starannie rozpuścić, mieszając, w 100 ml gorącej wody. Po całkowitym rozpuszczeniu się kazeiny, dodać, zależnie od potrzeby, 30–50 ml wody.

Tak otrzymany klej wiąże szybko i nieodwracalnie, a więc etykiety muszą być przygotowane, a szkło czyste i suche. Po 24 godzinach warto pokryć etykiety lakierem otrzymanym przez rozpuszczenie 5 g bezbarwnego polistyrenu w 100 ml rozpuszczalnika nitro.

W sprzedaży znajduje się klej kazeinowy 416 do drewna, sklejk i tektury oraz klej kazeinowy 516 do drewna miękkiego, nieco mniej wodoodporny.

## II. Kleje naturalne roślinne

Do rodziny klejów roślinnych należy zarówno klej z mąki zbożowej czy ziemniaczanej (a więc kleje skrobiowe), jak również z żywicy sanarak, mąki sojowej, zwykłej kałafonii czy wydzielin z afrykańskich akacji, tzw. gumy arabskiej, oraz kleje kauczukowe.

Z uwagi na łatwość przyrządzenia, jak i stosowania większości tych klejów, omawiać ich nie będziemy.

O klejach kauczukowych napiszemy w następnym numerze.

Mgr Stefan Sękowski