

Łączenie na zimno

W poprzednim odcinku mówiliśmy m.in. o usztywnianiu ścianek zbiorników wykonywanych z tworzyw sztucznych a wśród trzech wymienionych sposobów, dwa wymagały trwałego połączenia dwóch kawałków tworzywa – kołnierza usztywniającego i płaskiej lub cylindrycznej ścianki naczynia. W warunkach warsztatu majsterkowicza, przypadków wymagających trwałego lub rozłącznego połączenia ze sobą różnych części lub podzespołów będzie więcej.

Połączenia gwintowe

W produkcji seryjnej, w warunkach przemysłowego wytwarzania wyrobów z tworzyw sztucznych, elementy połączeń gwintowych wykonywane są bezpośrednio podczas wytwarzania części, np. podczas wtrysku. W naszych warunkach wymaga to albo nacinania gwintów metodami obróbki skrawaniem albo co jest znacznie łatwiejsze – stosowania typowych śrub i nakrętek metalowych. Cechą charakterystyczną tworzyw sztucznych jest jednak stosunkowo niewielka wytrzymałość na działanie karbu. Stwarza to konieczność stosowania gwintów okrągłych, lub przynajmniej stępienia wierzchołków gwintu naciętego na śrubach i wkrętach przez ich nieznaczne spiłowanie lub zeszlifowanie.

Wkręty metalowe możemy wkręcać w tworzywo bezpośrednio w otwór o średnicy mniejszej od zewnętrznej średnicy wkrętu (około 0,8 do 0,9 D) bez nacinania gwintu w tworzywie sztucznym (rys. 1). Dotyczy to szczególnie tworzyw miękkich, elastycznych. Znacznie bardziej bezpośrednie, mniej podatne na zniszczenie jest stosowanie połączeń gwintowych z zastosowaniem metalowej śruby i metalowej nakrętki oraz metalowych podkładek o stosunkowo dużej powierzchni przylegania do tworzywa. Gdy zależy nam na zabezpieczeniu przed korozyjnym niszczeniem połączenia, główkę wkrętu chronimy przez naprasowanie kapturka z tworzywa sztucznego i jego przyklejenie lub przyspawanie jak na rys. 2, lub stosuje-

my śruby (wkrety) wykonane z tworzyw sztucznych. Trzeba je wykonać we własnym zakresie metodą nacinania na tokarce lub przy użyciu narzynki.

Śruby z tworzyw powinny mieć w zasadzie inny kształt główki niż śruby metalowe (rys. 3). Zamiast główki sześciokątnej lub okrągłej z nacięciem poprzecznym pod wkretek, w główce śruby z tworzywa sztucznego należy wykonać szczelinę o kształcie dopasowanym do średnicy i grubości monety. Zwiększa to wytrzymałość główki śruby i zabezpiecza przed zniszczeniem jej podczas wkręcania. Dodatkowa zaleta takiego kształtu szczeliny to konieczność ręcznego wkręcania śruby bez pomocy klucza, lub wkretaka. W ten sposób uzyskuje się pewność, że przy wkręcaniu śruby działają mniejsze siły, że nie „ukręcimy” śruby.

W przypadku niektórych tworzyw o niskiej temperaturze uplastycznienia jak np. polistyren (PS), wkrety lub nakrętki możemy osadzać w tworzywie w sposób trwały przez ich wprasowanie w tworzywo. W tym celu w tworzywie wiercimy otwór o średnicy nie mniejszej niż średnica wkrętu (śruby) i wykonujemy podcięcie o średnicy mniejszej niż średnica i wysokość główki wkrętu (górną część rysunku 4). Wkręt podgrzewamy do temperatury nieznacznie wyższej od temperatury kształtowania tworzywa na gorąco, wkładamy w otwór wywiercony w tworzywie i w umieszczonej pod tworzywem podkładce prowadzącej (część 2 na dolnej części rysunku 4) a następnie wciskamy stemplem 1 w tworzywo na żadaną głębokość. Otwór w podkładce 2 powinien mieć średnicę możliwie małą, niewiele większą od zewnętrznej średnicy gwintu. W przeciwnym razie pod wpływem nacisku stempla 1, nastąpi odkształcenie dolnej powierzchni płyty z tworzywa i wciśnięcie tworzywa w przestrzeń między otworem a śrubą. Gdy otwór będzie odpowiednio mały, odkształcane na gorąco tworzywo wciśnięte zostanie w rowki gwintowanej części śruby ponad podkładką 2, co umocni osadzenie śruby w tworzywie.

W podobny sposób osadzać możemy w tworzywie sztucznym same nakrętki (rys. 5) z zastrzeżeniem, że otwór wywiercony wcześniej w płycie z tworzywa powinien mieć średnicę większą od średnicy gwintu D. Gdy grubość płyty jest równa lub nieznacz-

nie tylko większa od wysokości nakrętki lub główki wkręta, na zewnętrznej bocznej powierzchni nakrętki (główki wkręta) należy wykonać nacięcia jak na rysunku 5a. Podczas wtlaczania, uplastycznione ciepłem nakrętki tworzywo wciśnięte zostanie w wykonane nacięcia, co zabezpieczy przed wyrwaniem nakrętki podczas późniejszego wkręcania śruby.

Zamiast nakrętki, w tworzywo można wprasować płytkę metalową z gwintowanym otworem oraz z „otworami nitującymi” jak na rys. 6. W otwory nitujące wciśnięte zostanie uplastycznione tworzywo, które albo podczas wtlaczania blaszki, albo w następnej operacji wypełni sfazowania otworów tworząc „główkę nitu”, co dodatkowo umocni połączenie. W taki sam sposób można osadzać w cienkich płytach z tworzyw sztucznych inne elementy metalowe, np. zawiasy, płytki zamków magnetycznych itp.

Połączenia nitowane

Podobnie jak w połączeniach gwintowych, również w połączeniach nitowanych tworzyw sztucznych, można używać nitów metalowych lub nitów z tworzyw. Zaletą nitów z tworzyw sztucznych jest jednakowa odporność korozyjna całego złącza, wadą – skłonność nitów do odkształceń pod obciążeniem, szczególnie w podwyższonych temperaturach.

Ze względu na stosunkowo niskie własności mechaniczne tworzyw sztucznych, najkorzystniejsze jest stosowanie nitów rurkowych z aluminium, miedzi lub innych metali odkształcających się pod wpływem niewielkich nacisków podczas nitowania. Do połączenia tworzyw kruchych, najlepiej nadają się nity dwuczęściowe, które zostają zamknięte przez wtlaczanie w otwory części łączonych, np. takie jakie stosuje się do nitowania otworów w paskach, tkaninach itp. W celu rozłożenia siły nacisku główki nitu na większą powierzchnię tworzywa sztucznego, stosuje się nity rurkowe o zwiększonym kołnierzu, lub podkładki umieszczone między główką nitu a tworzywem. Użycie podkładek umożliwia również stosowanie aluminiowych lub miedzianych nitów pełnych.

Gdy zależy nam na odporności korozyjnej złącza, gdy wykonujemy połączenia elemen-

tów urządzeń elektrycznych lub gdy połączenia nie przenoszą dużych sił, lepiej i łatwiej wykonać połączenia nitami z tworzyw sztucznych. Sposoby nitowania oraz wymiary elementów połączenia nitowanego pokazano na rysunkach 7 i 8. Pierwsze z pokazanych rozwiązań, wymaga wykonania specjalnego narzędzia tzw. zakuwnika z wytłoczoną wnęką formującą główkę nitu. W drugim sposobie narzędziem może być kawałek zwykłego pręta stalowego o średnicy równej średnicy główki nitu. W zamian konieczne jest bardziej pracochłonne przygotowanie elementów łączonych przez wiercenie otworu prowadzącego nit i dodatkowo, poszerzonego otworu, w którym ukształtowana zostanie główka nitu. Narzędzie kształtujące główkę nitu powinno być ogrzane do temperatury wyższej od temperatury kształtowania. Gdy nitujemy tworzywa o szerokim zakresie temperatury kształtowania na gorąco (polichlorek winylu – PCW, polistyren – PS), zamiast specjalnie wykonanego zakuwnika stosować możemy końcówkę kolby lutowniczej. Warunkiem prawidłowego połączenia jest odpowiednie nagrzanie trzonka nitu aż do uzyskania uplastycznienia wymaganego do ukształtowania główki.

W elementach przeznaczonych do nitowania, wytwarzanych metodami przemysłowymi trzon nitu stanowi część składową jednego z łączonych elementów i jest wspólnie z nim wytwarzany metodą wtrysku. W naszym wypadku nit musimy wykonać oddzielnie w formie okrągłego pręta a proces nitowania przeprowadzić w dwóch etapach. Pierwszy etap to ukształtowanie główki nitu z jednej strony łączonych elementów. W celu zachowania odpowiedniej długości nitu na uformowanie drugiej główki, dolny koniec nitu należy usytuować w otworze wykonanym w specjalnej podstawie. Po uformowaniu główki cały zespół – łączone elementy wraz z nitem – wyjmujemy z otworu podstawki, obracamy o 180° i formujemy główkę z drugiej strony.

Klejenie tworzyw sztucznych

Każde tworzywo ma powierzchnię o innych właściwościach, co wymaga zastosowania innego środka klejącego. Trwałe połączenia elementów z tworzyw sztucznych można uzyskać przez zastosowanie:

- czystych rozpuszczalników,
- roztworów klejonego tworzywa w rozpuszczalniku,
- odpowiednich mieszanin tworzyw sztucznych

w formie gotowych klejów nadających się bezpośrednio do klejenia lub wymagających uprzedniego przygotowania, np. wymieszania dwóch lub większej liczby składników ze sobą, bezpośrednio przed klejeniem. Przykładem takich klejów dwuskładnikowych jest klej epoksydowy „Epidian 5”, wymagający wymieszania z ciekłym utwardzaczem, oraz od niedawna produkowany klej dwuskładnikowy „Distal.”

Najtrwalsze połączenia można, dla większości tworzyw sztucznych, uzyskać przez zastosowanie rozpuszczalników lub roztworów klejonego tworzywa w rozpuszczalnikach. Gdy sklejemy ze sobą dwa różne tworzywa sztuczne, najlepszy efekt można uzyskać przez zastosowanie roztworu jednego z klejonych tworzyw w rozpuszczalniku oddziałującym na oba klejone tworzywa. Wstępne rozpuszczenie niewielkiej ilości klejonego tworzywa w rozpuszczalniku pomaga w wypełnieniu szczelin i nierówności na klejonych powierzchniach i przyspiesza twardnienie spoiny. Jeśli spoina twardnieje zbyt szybko, uzyskane połączenie jest jednak słabe, a w miejscu klejenia mogą się pojawić pęknięcia.

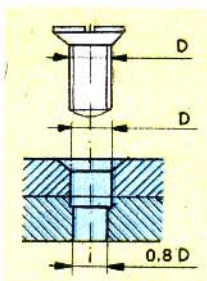
Przed rozpoczęciem klejenia tworzyw sztucznych konieczne jest odpowiednie przygotowanie klejonych powierzchni.

W tym celu należy:

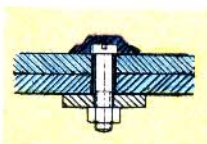
- klejone powierzchnie oczyścić z tłuszczów i innych zanieczyszczeń utrudniających kontakt między klejem a klejonymi powierzchniami,
- przygotować powierzchnię do klejenia przez szorstkowanie papierem ściernym, szcztoką stalową lub przez piaskowanie albo przez obróbkę chemiczną (trawienie kwasami, rozpuszczalnikami itp),

- natychmiast po przygotowaniu rozpocząć klejenie, co uchroni przed dezaktywacją powierzchni.

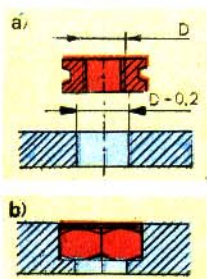
Do odtłuszczenia i mycia można stosować rozpuszczalniki organiczne tłuszczów jak: aceton, benzyna lub wodne roztwory deter-



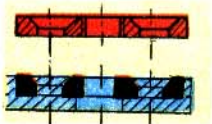
Rys. 1



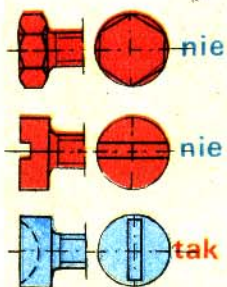
Rys. 2



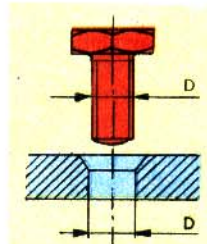
Rys. 5



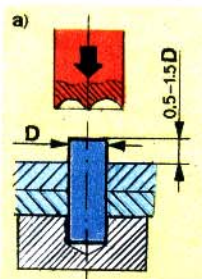
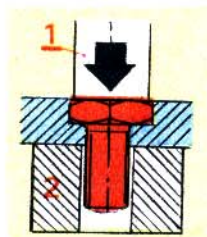
Rys. 6



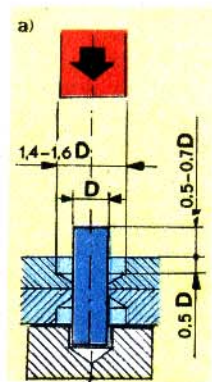
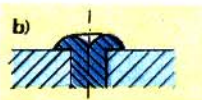
Rys. 3



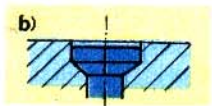
Rys. 4



Rys. 7



Rys. 8



gentów – najlepiej popularne środki do mycia naczyń kuchennych. Klej lub rozpuszczalniki można nakładać na łączone fragmenty powierzchni pędzlem, przez zanurzenie, za pomocą strzykawki itp. Warstwa naniesionego kleju powinna być możliwie cienka, nie grubsza niż 0,15 mm. Gruba sklejina ulega większemu skurczowi podczas utwardzania, co prowadzi do mikropęknięć skleiny

i osłabienia połączenia. W niektórych przypadkach, po naniesieniu środka sklejącego należy odczekać i dopiero po pewnym czasie złożyć ze sobą oba łączone elementy. Czas między naniesieniem kleju a zetknięciem łączonych powierzchni zależy od lotności rozpuszczalników zawartych w kleju, temperatury otoczenia, wilgotności powietrza i szybkości ruchu powietrza. W przypadku kleje-

nia rozpuszczalnikami, nie należy przyspieszać szybkości parowania rozpuszczalnika (np. przez ogrzewanie, dmuchanie itp.). Dłuższe oddziaływanie rozpuszczalnika sprzyja aktywacji klejonej powierzchni i zapewnia lepsze połączenie. Elementy klejone powinny być trwale umocowane i dociśnięte do siebie (ściski śrubowe lub inne) podczas twardnienia spoiny klejowej aż do całkowitego utwardzenia. Klejone części należy ściśle dopasować do siebie przed klejeniem.

Gdy do klejenia używamy żywicy epoksydowej („Epidian 5” lub inne kleje wieloskładnikowe ciekłe) o dużej lepkości, można ją na czas odmierzenia i przelewania podgrzać przez wstawienie naczynia z żywicą do ciepłej wody. Ogrzana do temperatury 50 – 60°C staje się rzadko płynna, co ułatwia odważenie niewielkich nawet porcji żywicy. Przed dodaniem utwardzacza należy ją jednak schłodzić do temperatury otoczenia. Po wymieszaniu składników rozpoczyna się proces utwardzania chemicznego mieszaniny klejącej, należy więc zużyć ją w możliwie krótkim czasie a ilość przygotowanej mieszaniny nie powinna być większa niż możliwa do wykorzystania przed jej nadmiernym utwardzeniem. Reakcja utwardzania jest reakcją z wydzieleniem ciepła co dodatkowo przyspiesza proces utwardzania. Z tego względu, gdy jednocześnie przygotowujemy większą ilość mieszaniny, należy ją schłodzić przez wstawienie naczynia z przygotowywanym klejem do zimnej wody.

We wszystkich przypadkach, a szczególnie przy klejeniu żywicami należy unikać bezpośredniego kontaktu ze składnikami kleju. W tym celu należy chronić ręce przez nałożenie rękawic ochronnych lub w ostateczności przez posmarowanie ich kremem silikonowym lub innym kremem ochronnym do rąk. W przypadku zetknięcia żywicy epoksydowej, utwardzacza lub ich mieszanin ze skórą dłoni, należy przemyć ją trzyprocentowym kwasem octowym (zwykłym trzyprocentowym octem) i ciepłą wodą.

Każde tworzywo sztuczne wymaga zastosowania innego kleju i innego sposobu przygotowania powierzchni, każde musi być więc omówione osobno.

Polichlorek winylu – zmiękczone (PCW₁). Klejony zmiękczone PCW należy przemyć benzyną lub wodnym roztworem detergent-

tów i dokładnie wysuszyć. Jedynym rozpuszczalnikiem zmiękczonego PCW jest cykloheksagon. Powierzchnie zwilżone tym rozpuszczalnikiem należy natychmiast ścisnąć ze sobą. Cykloheksagon jest środkiem silnie toksycznym, lepiej więc do klejenia zmiękczonego PCW stosować środki handlowe – kleje „Igol” oraz PCW/Ch. Gdy kleimy cienkie folie, wystarczy ich odtłuszczenie. Grubsze elementy po odtłuszczeniu należy przetrzeć papierem ściernym o ziarnistości 200. Klej nanosi się bardzo cienką warstwą. Przed ściśnięciem klejonych powierzchni należy odczekać kilkadziesiąt sekund. Do stateczną wytrzymałość spoina uzyskuje już po kilku minutach ale pełną wytrzymałość dopiero po 8 do 10 godzinach. Klejenie powinno się przeprowadzać w suchym pomieszczeniu w niezbyt wysokiej temperaturze.

Polichlorek winylu twardy (PCW₂). Połączenia klejowe wymagają dużych powierzchni klejenia, niedopuszczalne jest klejenie dożołowe, najlepsze efekty uzyskuje się przez stosowanie złącza na nakładkę lub na zakładkę. Łączone powierzchnie należy odtłuszczyć, wysuszyć, przetrzeć średnio- lub gruboziarnistym papierem ściernym a następnie przemyć acetonem, cykloheksanonem lub dwuchloroetylenem. Tak przygotowanych powierzchni nie wolno dotykać dłońmi. Do klejenia używa się kleju PCW/ AT, który należy nanieść cienką warstwą na obie klejone powierzchnie, natychmiast docisnąć i usunąć nadmiar kleju wyciśnięty pomiędzy łączonych elementów. Pełną wytrzymałość uzyskuje się dopiero po 24 godzinach, ale docisk można usunąć już po 4–5 godzinach od sklejenia. Gdy skleamy ze sobą kielichowe połączenie rur, klej наносimy tylko na zewnętrzną powierzchnię rury wklejanej w kielich.

Polimetakrylan metylu (PMMA). Najlepsze wyniki uzyskuje się przy klejeniu PMMA rozpuszczalnikami. Dobrymi rozpuszczalnikami są: aceton, benzen, esencja octowa a szczególnie chloroform zalecany w tych przypadkach, gdy zależy nam na zachowaniu przezroczystości złącza. W celu zmniejszenia szybkości parowania rozpuszczalników, przed klejeniem należy je schłodzić w lodówce. Klejone powierzchnie muszą być suche i czyste, idealnie dopasowane do siebie gdyż klejem jest w rzeczywistości nie rozpu-

szczalnik a stykające się ze sobą dwa kawałki PMMA. Gdy klejone powierzchnie są bardzo niewielkie – można je zanurzyć na 2 do 3 minut w rozpuszczalniku aż do spęcznienia tworzywa. Większe powierzchnie pokrywamy rozpuszczalnikiem przy użyciu miękkiego pędzla, kilkakrotnie aż do uzyskania spęcznienia a następnie dociskamy. Temperatura powinna być możliwie niska. Ze względu na własności mechaniczne PMMA – siła docisku możliwie mała.

Gdy powierzchnia klejenia jest duża, konieczne jest przygotowanie odpowiedniego kleju. W tym celu, do szczelnego naczynia (słoik typu „Twist”, buteleczka ze szlifowanym korkiem szklanym), należy wlać 20 ml rozpuszczalnika, wysypać 1 do 2 g wiórków polimetakrylanu metylu i pozostawić na około 2 doby, aż do całkowitego rozpuszczenia wiórków (co kilka godzin wstrząsnąć naczyniem). Warunki klejenia klejem rozpuszczalnikowym są takie same jak podczas klejenia czystym rozpuszczalnikiem (temperatura, dopasowanie klejonych elementów). Zamiast pędzlem, klej nanosi się strzykawką i natychmiast ścisną. Nie należy usuwać nadmiaru kleju wyciśniętego pomiędzy sklejanymi powierzchniami. W miarę odparowania rozpuszczalnika ten nadmiar może cofnąć się do klejonego złącza. Gdy na brzegach klejonych złączy widoczne są białe strefy oznacza to, że kleju było zbyt mało i na miejsce odparowanego rozpuszczalnika dostało się powietrze. Aby wzmocnić spoinę obok stref białych, porowatych nakłada się strzykawką dodatkową, niewielką ilość kleju. Już po godzinie złącze wykazuje wystarczającą wytrzymałość, ale schnięcie kleju powinno trwać 1 – 2 doby. W przypadku stosowania esencji octowej suszenie trwa do 6 dni. Prócz wymienionych metod, PMMA można łączyć klejem o nazwie handlowej „Plexi-Cement”.

Polistyren (PS). W sprzedaży znajduje się specjalny klej do polistyrenu o nazwie „Polistyro-Cement”. Znacznie lepiej jednak kleić się polistyren przy użyciu rozpuszczalników albo klejów rozpuszczalnikowych (rozpuszczony w rozpuszczalniku PS) wykonanymi jak do klejenia PMMA. Elementy z polistyrenu można skleić ze sobą przez płytkie spęcznienie takimi rozpuszczalnikami jak benzen, toluen lub chlorek metylu. Przed klejeniem,

polistyren należy odtłuścić, przeszlifować papierem ściernym nr 200 i przemyć rozpuszczalnikiem. Po naniesieniu rozpuszczalnika lub kleju – ścisnąć na kilka godzin. Polistyren można również kleić kompozycjami z żywic epoksydowych, np. klejem „Distal”.

Poliformaldehyd (POM). Poliformaldehyd można sklejać utwardzanymi żywicami epoksydowymi (Epidian, Distal), ale osiągnięte wytrzymałości klejenia są stosunkowo niskie. W celu polepszenia wytrzymałości spoiny klejowej można poddać powierzchnie klejone piaskowaniu lub szorstkowaniu papierem ściernym a następnie obróbce chemicznej przez zanurzenie na 10 sekund w stężonym kwasie solnym, splukanie w ciepłej wodzie, wysuszenie i natychmiastowe naniesienie warstwy kleju.

Poliwęglan (PC). Jedyną w miarę pewną metodą jest klejenie poliwęglanu rozpuszczalnikiem lub klejem rozpuszczalnikowym. Przed klejeniem, powierzchnię tworzywa należy oczyścić, lekko przeszlifować papierem ściernym nr 200 a następnie przetrzeć domowym środkiem czyszczącym zawierającym ścierniwo (Skrzat, Jawox), splukać wodą destylowaną i wysuszyć w temperaturze pokojowej. Kleić można poliwęglanem rozpuszczonym w ilości 1–5 g na 100 g chloroku metylenu. Pełną wytrzymałość złącza uzyskujemy po 24–48 godzinach. Wielkość nacisku podczas klejenia powinna być możliwie duża.

Innym rozpuszczalnikiem PC jest stężony kwas mrówkowy. Obie powierzchnie klejonego PC należy zwilżyć kwasem, po 10 do 15 minutach zwilżyć ponownie, a po następnych 5 minutach złożyć i silnie ścisnąć. Złącze musi schnąć pod naciskiem 24 godziny.

Kwas mrówkowy jest środkiem silnie żrącym, niszczącym naskórek, konieczne jest więc stosowanie rękawic ochronnych.

Pozostałe tworzywa tj. polietylen (PE) i polipropylen (PP) – w zasadzie nie dają się kleić w sposób zapewniający niezbędną wytrzymałość złącza.

Krzysztof Błaszowski