

NA WARSZTACIE



Pod redakcją Jerzego Niebojewskiego

CHARAKTERYSTYKA I METODY ROZRÓŻNIANIA PODSTAWOWYCH TWORZYW SZTUCZNYCH (mgr inż. Jan Brzeziński) — **SAMOCZYNNY WYŁĄCZNIK ŚWIATŁA** (Remigiusz Rudnicki) — **BUDOWA TRANSFORMATORÓW MAŁEJ MOCY** (Witold Lubbe i Jerzy Niebojewski) — **NAWIJARKA DO WŁÓCZKI** (Stanisław Sabat) — **FOTOGRAFUJEMY KOLOROWO** (Konrad Przyrowski) — **LAMIGŁÓWKA BYSUNKOWA**

CHARAKTERYSTYKA I METODY ROZRÓŻNIANIA PODSTAWOWYCH TWORZYW SZTUCZNYCH

Przy projektowaniu i wykonywaniu przedmiotów użytkowych z tworzyw sztucznych, jak również przy naprawianiu przedmiotów z nich wykonanych, konieczna jest praktyczna znajomość własności tych tworzyw oraz umiejętność rozpoznawania ich w gotowych wyrobach.

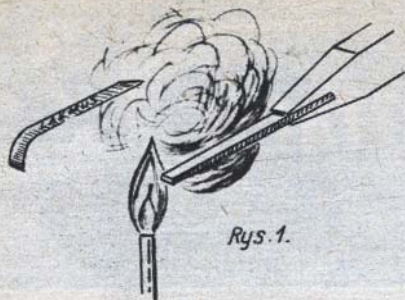
Znajomość cech charakterystycznych każdego rodzaju tworzywa sztucznego oraz umiejętność ich wyróżniania w gotowych wyrobach (przedmioty codziennego użytku) ogromnie ułatwia dobór właściwych sposobów obróbki oraz metod naprawy przedmiotów uszkodzonych, względnie przystosowania ich do innych potrzeb.

Jeśli chodzi o rozpoznawanie rodzaju tworzywa w gotowych wyrobach, to istnieje wiele precyzyjnych metod jakościowej i ilościowej ich analizy, umożliwiających ustalenie nie tylko nazwy tworzywa, z jakiego dany wyrób został wykonany, ale

także ilości i jakości domieszek użytych do jego wyrobu, jak napełniaczy, zmiękczaczy, utwardzaczy, barwników itp.

Metody te wymagają jednak odpowiednio wyspecjalizowanych pracowników, kosztownej aparatury i wielu odczynników chemicznych, czego amatorzy nie mają i nie zawsze mieć będą. Dla potrzeb amatorskich wymagane są znacznie prostsze metody badań, które umożliwiałyby im szybkie i pewne rozpoznanie podstawowych tworzyw sztucznych w każdym wyrobie lub półprodukcie. Dwie takie metody postaramy się tutaj pokrótce omówić.

Pierwsza z nich polega na obserwacji zachowania się próbki tworzywa umieszczonej w płomieniu gazowym palnika Bunsena lub palnika spirytusowego, druga — na ogrzewaniu próbki tworzywa w otwartej próbówce nad płomieniem palnika.



Rys. 1.

Obie te metody dają najlepsze wyniki, gdy badane próbki nie stanowią mieszaniny kilku typów polimerów, co w większości wypadków ma miejsce, gdyż do wyrobu tworzyw podstawowych stosuje się przede wszystkim jeden rodzaj tworzywa.

Obecność w badanym tworzywie różnych napełniaczy, zmiekczaczy czy też barwników może początkowo w pewnym stopniu wpływać na wyniki badań, ale po osiągnięciu w badaniach pewnej wprawy, wpływ ten można będzie rozpoznać i wyeliminować.

Badanie próbek przeprowadzamy nad płomieniem uregulowanym na niezbyt silny płomień świecący. Próbkę przy wprowadzeniu jej do płomienia trzymamy w szczypcach (tuż przy brzegu płomienia) aż do



Rys. 2.

zapalenia się jej albo też w ciągu 10 sekund. Najdogodniejsze wymiary próbki to $80 \times 3 \times 3$ mm. Możliwe są trzy rodzaje reakcji próbki: 1) próbka nie zapala się w płomieniu; 2) próbka pali się w płomieniu, ale po wyjęciu z niego gaśnie; i 3) próbka pali się po usunięciu jej z płomienia. Oprócz tego obserwuje się barwę płomienia, zapach dymu i wygląd produktów rozkładu.

Stosując drugą metodę badań — ogrzewamy w płomieniu nie tworzywo, lecz otwartą probówkę z umieszczonym na jej dnie małym kawałkiem tworzywa. Probówkę ogrzewamy początkowo słabiej, potem silniej aż do całkowitego spalenia się w niej próbki. Przedmiotem naszych obserwacji będą produkty rozkładu próbki, a więc ich ilość i rodzaj, zapach tworzących się dymów oraz rodzaj ich odczynu (kwasowość lub zasadowość) badanego za pomocą papierka wskaźnikowego (np. lakmusowego).

Obserwując zachowanie się próbek różnych tworzyw w temperaturze $100-200^{\circ}$, można wyróżnić w nich dwie podstawowe grupy: tworzywa termo- i chemoutwardzalne, które podczas ogrzewania nie miękną, a przy dalszym ogrzewaniu ulegają rozkładowi, i tworzywa termoplastyczne (termoplasty), które w początkowej fazie ogrzewania miękną, a po ostygnięciu twardnieją z powrotem, co może być powtarzane wielokrotnie.

Tworzywa termo- i chemoutwardzalne można odróżnić od tworzyw termoplastycznych w jeszcze prostszy sposób, a mianowicie za pomocą nagrzaną w płomieniu bagietki szklanej, którą przykładamy do badanego tworzywa. Tworzywo termoplastyczne zmiekknie i ugnie się pod bagietką, a tworzywo termoutwardzalne pozostanie twarde.

Do grupy tworzyw termo- i chemoutwardzalnych zalicza się tworzywa fenolowe, zwane inaczej fenoplastami, aminowe (aminoplasty), gאלalit i ebonit.

Tworzywa fenolowe uzyskuje się z żywic otrzymywanych z fenolu i formaldehydu. Wyróżniają się one ciemną barwą (najczęściej czarną, ciemnobrązową i ciemnoczerwoną). W handlu znajdują się w trzech zasadniczych odmianach. Jedną z nich są tzw. żywice lane utwardzone lub w postaci ciekłej przed utwardzeniem, nie zawierające napelnaczy, a więc przezroczyste lub półprzezroczyste o złocistym zabarwieniu, przypominające swym wyglądem bursztyn. Ich obróbka i sposób odlewania są bardzo łatwe i dlatego są często używane do robót amatorskich. **Drugą odmianą** tworzyw fenolowych są tzw. proszki do prasowania (tłoczycwa), z których tłoczy się bardzo rozpowszechnione wyroby bakelitowe (tzw. wypraski) przeważnie o ciemnych barwach. **Trzecią odmianę** tworzyw fenolowych stanowią płyty zwane laminatami, które otrzymuje się przez sprasowanie arkuszy papieru względnie tkanin, nasyconych żywicami fenolowymi. Znajdują one zastosowanie w elektrotechnice, w przemyśle włókienniczym i maszynowym, a także do wyrobu różnych części konstrukcyjnych za pomocą obróbki wiórowej. Ogrzewane nad płomieniem próbki tworzyw fenolowych nie palą się w ogóle lub palą się tylko w płomieniu, a po wyjęciu z niego gasną, zachowując swój kształt i wydzielając zapach formaldehydu i fenolu.

Ogrzewane w próbówce — zwęglają się, pozostawiając dużą ilość produktów rozkładu.

Drugą grupę tworzyw termoutwardzalnych tworzą aminoplasty. Aminoplasty są produkowane z żywic otrzymywanych ze specjalnych organicznych związków aminowych (mocznika, melaminy) i formaldehydu. Jako żywice lane nie są produkowane, pojawiają się natomiast w handlu głównie w postaci gotowych przedmiotów prasowanych z proszku lub w postaci płyt. Tworzywa te można łatwo odróżnić od tworzyw fenolowych już na oko — gdyż odznaczają się pięknymi pastelowymi barwami i wzorami, m.in. barwą

białą i o odcieniu kości słoniowej. Ogrzewane w płomieniu — nie palą się, tylko ulegają zwęgleniu. Ogrzewane w próbówce — pozostawiają znaczną ilość produktów zwęglonych. Wydzielające się przy tym z nich dymy pachną gryząco (formaldehyd) przypominając często rybi zapach. Czerwony papierek lakmusowy zabarwia się w nich na fioletowo na skutek obecności amoniaku.

Osobną grupę tworzyw termoutwardzalnych stanowi galalit, zwany również sztucznym rogiem. Galalit otrzymuje się z kazeiny (będącej produktem mleka krowiego) i formaldehydu. Jest to najlepszy surowiec do wyrobu guzików, klamerek i innej galanterii, dzięki łatwej obróbce, nieprzebranemu bogactwu kolorów i odcieni, przejrzystości, połyskliwości i różnym fluoryzującym efektom.

Najbardziej pożądaną postacią tego tworzywa dla prac amatorskich są pręty i rury o różnych grubościach i barwach.

Próbka galalitowa w płomieniu pali się, ale po wyjęciu z niego gaśnie wydzielając jasny dym o zapachu palonego rogu, włosów albo przypalonego mleka. Dymy mają odczyn alkaliczny, powodujący niebezpieczeństwo czerwonego lakmusu.

Ostatnim wreszcie przedstawicielem tworzyw termoutwardzalnych jest ebonit. Jest to produkt powstały z naturalnego kauczuku, zwulkanizowanego za pomocą dużej ilości siarki. Na skutek dużej domieszki sadzy wyroby z ebonitu mają czarną barwę. Ebonit dzięki swej twardości i sztywności daje się doskonale obrabiać ręcznymi narzędziami oraz toczyć i polerować. Próbka ebonitu, umieszczona w płomieniu, wydziela przykry zapach gumy, dzięki czemu tworzywo to daje się stosunkowo łatwo rozpoznać.

O wiele bogatszy jest asortyment tworzyw termoplastycznych, których nazwy zaczynają się zwykle od słowa „poli”, znaczącego w języku greckim „wiele”, a kończą nazwą związku wyjściowego, z którego dane tworzywo się otrzymuje. Otrzymywa-

nie to polega właśnie na łączeniu się wielu małych cząsteczek związku wyjściowego w olbrzymie cząsteczki chemiczne o zupełnie innych własnościach. Tak np. nazwa tworzywa „polichlorek winylu” oznacza, że tworzywo to otrzymano przez połączenie się wielu małych cząsteczek chlorku winylu w cząsteczki olbrzymie polichlorku.

Do grupy tych tworzyw zalicza się oprócz polichlorku winylu, polietylen, polistyren, polimetakrylan, poliamidy, polioctan winylu i octan celulozy.

Polichlorek winylu, produkowany jest w dwóch odmianach — twardej i sztywnej, zwanej winidurem, oraz miękkiej, zwanej igelitem.

Winidur jest zwykle lekko przewlecający, o barwie ciemnobrązowej, doskonale obrabia się narzędziami ręcznymi, daje się spawać i zgrzewać. Dzięki szczególnej odporności na działanie wszelkich chemikaliów stanowi doskonały materiał do wyrobu zbiorników, wanien, naczyń do odczynników chemicznych, kuwet, rur kanalizacyjnych itp. Igelit natomiast jest produkowany w najrozmaitszych barwach i odcieniach w postaci węży, folii, błon i płyt wykładzinowych różnej grubości i o różnej gładkości powierzchni. Jest doskonałym materiałem izolacyjnym używanym do osłony przewodów elektrycznych (tzw. koszulki izolacyjne), wyrabia się z niego płaszcze przeciwdeszczowe, obrusy, serwety, torebki damskie, pantofle itp.

Próbka polichlorku winylu umieszczona w płomieniu pali się jasno, lecz po wyjęciu jej z płomienia gaśnie. Płomień jest żółty z zielonymi iskierkami, dym wydziela ostry zapach, spowodowany obecnością chlorowodoru. Spalona w próbówce pozostawia zwęgloną masę. Odczyn dymu jest mocno kwaśny na skutek zawartości w nim chlorowodoru.

Polietylen jest tworzywem spotykanym coraz częściej na rynku krajowym, bądź w postaci cienkiej, pra-

wie zupełnie przezroczystej, bezbarwnej błony (opakowania, torebki do cukierków i artykułów żywnościowych, torby antymolowe, płachty przeciwdeszczowe itp.), bądź też w postaci gotowych wyrobów, jak np. lekkich nietłukących się naczyń dla gospodarstwa domowego, wiader, mis, wanienek, tac itp.

Próbka polietylenu pali się w płomieniu intensywnym, usunięta z niego pali się nadal i spada w palących się kroplach na dół.

Zapach dymu przypomina zapach topiącej się świecy parafinowej, a barwa płomienia jest niebieska o lekko żółtym odcieniu u góry.

Polistyren znany jest w postaci przezroczystych, stosunkowo kruchych wyrobów, które przy uderze-

TABLICA I

Zachowanie się tworzyw sztucznych podczas ogrzewania ich w otwartym płomieniu gazowym

I. Brak płomienia, próbka zachowuje kształt, zwęglą się:

- 1) zapach formaldehydu — amżnowe tworzywa mocznikowe,
- 2) silny zapach rybi — aminowe tworzywo melaminowe,
- 3) zapach formaldehydu i fenolu — fenoplast.

II. Pali się w płomieniu, gaśnie po wyjęciu:

- A — płomień żółty, pali się z trudnością:
- 1) ostry zapach kwasu solnego, zielone iskry — polichlorek winylu,
 - 2) zapach fenolu — niektóre gatunki fenoplastów z napełniaczem organicznym,
 - 3) dym jasny, zapach przypalonego mleka — galalit,
 - 4) zapach octu — octan celulozy;
- B — płomień niebieski, zapach palonej wełny — poliamidy (stylon, nylon).

III. Pali się także po wyjęciu z płomienia:

- A — palenie się b. szybkie, intensywny biały płomień — nitroceluloza (celuloid);
- B — płomień niebieski, u góry żółty:
- 1) zapach owoców — polimetakrylan,
 - 2) zapach palonej wełny — niektóre poliamidy,
 - 3) zapach palonej świecy — polietylen;
- C — płomień żółty:
- 1) zapach octu — octan celulozy,
 - 2) gęsty dym z płatkami sadzy, zapach gazu świetlnego — polistyren,
 - 3) zapach octu — polioctan winylu.

niu wydają metaliczny dźwięk. Używa się go do wyrobu różnobarwnych drobiazgów galanteryjnych, zabawek itp. Cechy te często wystarczają do zorientowania się, jakie tworzywo zostało użyte do wykonania tych wyrobów.

W płomieniu i po wyjęciu z płomienia polistyren pali się żółtym płomieniem wydzielając przy tym gęsty dym o zapachu gazu świetlnego, z płatkami sadzy w postaci ciemnych plamek.

Ogrzany w próbówce, przechodzi kałkowicie w produkty lotne.

Polimetakrylan, nazywany również mniej fachowo szkłem organicznym, jest doskonałym tworzywem do wykonywania, za pomocą skrawania lub formowania na gorąco, wyrobów galanteryjnych i dekoracyjnych. Jego doskonała przezroczystość i wysoka wytrzymałość mechaniczna czynią z niego jedno z najbardziej szlachetnych tworzyw sztucznych. Polimetakrylan pali się niebieskim płomieniem, wydzielając gazy o przyjemnym zapachu owoców. Przy ogrzewaniu w próbówce tworzą się prawie wyłącznie produkty lotne.

Przedstawicielem grupy tworzyw sztucznych zwanych **poliamidami**, produkowanym w Polsce, jest **stylon**. Choć spotykamy się z nim najczęściej w postaci wyrobów dzianych (pończochy, skarpetki) i tkanych, to jednak stanowi on także doskonały materiał do produkcji cichobieżnych części maszyn i urządzeń (kółka zębate, przekładnie, osłony itp).

Tworzywo to, mimo że należy do grupy termoplastów, mięknie dopiero w temperaturze około 200°. Trzymane w płomieniu palnika pali się, lecz po wyjęciu z niego gaśnie, wydzielając przy tym zapach palącej się wełny. Dym stylonu reaguje alkalicznie.

Na zakończenie naszych rozważań omówimy pokrótce jeszcze dwa rodzaje tworzyw termoplastycznych, stosowanych często do wyrobu części samochodowych, armatury i drobnej galanterii, tworzyw o bardzo zbliżonych własnościach. Są

TABLICA II

Zachowanie się tworzyw sztucznych podczas ogrzewania ich (pyrolyzy) w próbówce szklanej

I. Rodzaj pozostałości

1. Tworzywa zostawiają na dnie próbki dużą ilość produktów zwęglonych, mogą to więc być fenoplasty, aminoplasty, galalit, silikony (biały popiół krzemionki).

2. Obok produktów lotnych, tworzywa pozostawiają na dnie próbki oleista, żywiczna lub woskowata substancje — może to więc być politylen i inne poliwęglowodory, większość kaucuków syntetycznych i kauczuk naturalny.

3. Powstają prawie wyłącznie produkty łatwołone — może to więc być polistyren albo polimetakrylan.

II. Odczyn dymów

1. Dymy reagują alkalicznie — co wskazywałoby na aminoplasty, częściowo na fenoplasty, poliamidy i galalit;

2. Dymy reagują słabo — kwaśno — co wskazywałoby na polimetakrylan, octan celulozy albo polioctan winylu;

3. Dymy reagują silnie kwaśno — co wskazuje na polichlorek winylu.

III. Zapach dymów

1. Dymy gryząco-ostre — polichlorek winylu.

2. Zapach amoniaku, spalonych włosów lub rogu — aminoplasty, poliamidy, galalit.

3. Słodki lub przyjemny owocowy zapach — polistyren (zapach — hiacyntu lub gazu świetlnego), polimetakrylan (zapach owoców).

to **polioctan winylu** i **octan celulozy**. Oba te tworzywa w płomieniu palnika gazowego palą się płomieniem o żółtym zabarwieniu. Po wyjęciu z płomienia octan celulozy gaśnie, a polioctan winylu pali się dalej. Obie próbki w czasie palenia wydzielają ostry zapach octu, a dym reaguje kwaśno.

Dla ułatwienia sobie pracy w przeprowadzaniu badań przy ustalaniu rodzaju tworzywa, z jakiego dany wyrób został wykonany, możemy posłużyć się załączonymi tablicami zawierającymi najbardziej istotne dane o cechach charakterystycznych dla badanego tworzywa. Tablice dotyczą zachowania się tworzyw sztucznych podczas ogrzewania ich w otwartym płomieniu oraz zachowania się tworzyw podczas ogrzewania ich w próbówce szklanej.

Mgr inż. Jan Brzeziński