

Rozpoznawanie tworzyw

Od niepamiętnych czasów podstawowym materiałem konstrukcyjnym były drewno i metal. Drewno łatwe w obróbce i kształtowaniu, metal w obróbce trudniejszy, ale trwały i w szerokim stopniu uzupełniający wachlarz własności drewna. Od 150 lat przemysł i rzemiosło coraz częściej stosują nowy materiał – tworzywa sztuczne. Początkowo jako uzupełnienie drewna i metalu a później, coraz częściej jako zamiennik tych tworzyw. Czasem jako doskonałą imitację a często jako tworzywo lepsze, łatwiejsze w obróbce, bardziej odporne, np. na działanie czynników chemicznych, doskonały materiał elektroizolacyjny itp., itd.

Lista własności konstrukcyjnych, które decydują o konkurencyjności tworzyw sztucznych w stosunku do drewna i metalu mogłaby zająć kilka stron „MT.” Równie ważne, a może nawet ważniejsze, są własności technologiczne i łatwość kształtowania wyrobów z tworzyw sztucznych. Można je ciąć i obrabiać jak drewno i metal. Kleić jak drewno, zgrzewać i spawać jak metal albo łączyć przez nitowanie lub skręcanie. Niektóre z nich można kształtować przez odlewanie podobnie, jak w przypadku metalu choć niepotrzebne są przy tym piece do topienia ani podwyższona temperatura. Inne można kształtować na gorąco, wyginać i tłoczyć lub prasować w matrycach i to w matrycach drewnianych, łatwych do wykonania w warsztacie każdego majsterkowicza.

Tymczasem mimo licznych zalet tworzyw sztucznych, właśnie majsterkowicze stosują je w bardzo ograniczonym zakresie. Najczęściej jako uszczelki, izolację elektryczną, lub jako wykładzinę, a bardzo rzadko jako samodzielny materiał konstrukcyjny. A przecież tworzywa sztuczne są równie łatwo dostępne jak drewno czy metal. W wielu przypadkach wystarczą odpady, kawałek płytki z PCW, który pozostał z wyklejonej podłogi, pęknięte pudełko lub niepotrzebne opakowanie przedmiotu kupionego w sklepie. Z jednym zastrzeżeniem. Nie wszystkie tworzywa sztuczne nadają się do łatwego przetwarzania w warunkach domo-

wych. Musimy więc umieć je rozróżnić. Co więcej, każde tworzywo charakteryzuje się własnymi cechami decydującymi o odmiennej metodzie klejenia, innej temperaturze kształtowania i innym zastosowaniu. Musimy więc umieć dokładnie identyfikować każde tworzywo z punktu widzenia jego budowy chemicznej.

W zależności od sposobu przetwarzania wszystkie tworzywa możemy podzielić na trzy grupy: tworzywa termoutwardzalne, chemoutwardzalne i termoplastyczne.

Pierwsze z nich, po ogrzaniu do odpowiedniej temperatury przechodzą w stan plastyczny a po ostudzeniu stają się twarde, nietopliwe, sztywne i na ogół kruche. Przejście to jest nieodwracalne ze względu na nieodwracalność chemicznych reakcji utwardzania tej grupy tworzyw. Ponowne ogrzanie wyrobu nie prowadzi do przejścia w stan plastyczny a przekroczenie temperatury krytycznej prowadzi do rozkładu chemicznego. Można więc formować je tylko raz a w warsztacie majsterkowicza stosować, jako materiał nadający się podobnie jak drewno do obróbki mechanicznej: cięcia, pilowania, wiercenia itp. oraz łączenia przez klejenie, skręcanie lub nitowanie. Typowym przedstawicielem tej grupy tworzyw jest ebonit stosowany w twardych wyrobach elektrotechnicznych, jako wykładziny ochronne, obudowy akumulatorów itp.

Tworzywa chemoutwardzalne utwardzają się pod wpływem czynników chemicznych w temperaturze otoczenia lub nieco podwyższonej i podobnie jak poprzednia grupa stają się nietopliwe, nierozpuszczalne i nieplastyczne. Również te tworzywa można kształtować tylko raz a po utwardzeniu obrabiać jako twarde materiały metodami obróbki skrawaniem (piłka do metalu, pilniki). Najbardziej znanym tworzywem tej grupy i to tworzywem, które może znaleźć powszechne zastosowanie w warsztacie majsterkowicza, są żywice epoksydowe. W gotowych wyrobach, jako lakiery odporne na działanie wielu rodzajów chemikaliów, kleje do łączenia najbardziej nietypowych par materiałów, np. drewna i metalu oraz najważniejsze – jako surowiec, ciekła żywica epoksydowa, materiał nadający się do wytwarzania przedmiotów metodą odlewania na zimno. Ale o tym w innym numerze „MT”.

Tabela 1

Wybrane tworzywa termoplastyczne

Symbol	Nazwa chemiczna	Nazwy handlowe		Najczęstsze zastosowanie
		krajowe	zagraniczne	
PE ₁	Polietylen zmiękczony	Politen	Vestolen, Hostalen	aparatura chemiczna i laboratoryjna, elektroizolacyjna, folia do opakowań, rury, włókna i liny, art. gospodarstwa domowego
PE ₂	Polietylen twarde	Petrolen	Hi-Fox Fertene	kna i liny, art. gospodarstwa domowego
PP	Polipropylen	Malen	Moplen Pro-Fox Hostalen	armatura sanitarna (trudny do przetworstwa w warunkach domowych)
PA	Poliamid	Tarnamid	Nylon Orta-lion Igamid Utranid	koła zębate, łożyska, włókna, tkaniny, żytki
PS	Polistyren	Styropol Relopol Styropian Polorer	Lustrex	elektroizolacja, naczynia, galanteria, wykładziny ścian, płytki przeświecające
PC	Poliwęglan	Bistan	Lexan Makrolon	elektrotechnika, butelki dla niemowląt, strzykawki, przemysł maszynowy
PCW ₁	Polichlorek winylu miękki	Poliwinit	Igelit	paski, pantofle, aktówki, folie, naczynia, rury, płyty podłogi, wykładziny chemo odporne
PCW ₂	Polichlorek winylu twarde	Poliwiplast Polonel	Vinidur	
PMMA	Polimetakrylan metylu	Metaplex	Plexiglas Perspex Lucite	optyka, elektrotechnika, modelarstwo, galanteria, „bezpieczne szkło”
PUR	Poliuretan	Poles	Moltpren Per	materiały piankowe, materace, dywany

Najlichniesza, mogąca znaleźć najpowszechniejsze zastosowanie w warsztacie majsterkowicza jest trzecia grupa – tworzywa termoplastyczne. Tworzywa te w wyniku ogrzewania do temperatury charakterystycznej dla danego tworzywa topią się lub mięknią przyjmując kształt jaki chcemy uformować a po oziębieniu twardnieją zachowując nadany im kształt. Z naszego punktu widzenia najważniejsze jest to, że proces mięknięcia i twardnienia jest odwracalny, stan plastyczny można uzyskiwać wielokrotnie a już gotowy wyrób możemy od-

Tabela 2

Identyfikacja tworzyw termoplastycznych

Próba	Wynik próby	Symbol tworzywa												
		PE ₁	PE ₂	PP	PA	PS	PC	POM	PCW	PCW ₂	PUR	PMMA		
Próba pływania w wodzie	1 pływa	+	+	+										
	2 topi się				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Próba zarysowania paznokciem	3 rysa wyczuwalna	+	+											
	4 rysa słaba			+										
	5 brak rysy				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zrzucenie na twarde podłoże (beton, lastriko)	6 dźwięk bardzo niski	+												
	7 dźwięk niski		+	+	+									
	8 dźwięk średni						+			+	+	+	+	+
	9 dźwięk wysoki							+						
	10 dźwięk bardzo wysoki					+								
Przełom	11 brak przełomu	+	+	+	+									
	12 przełom biały						+	+	+	+	+	+	+	+
	13 przełom kruchy						+							+
Rozpuszczalność w: - czterochlorku węgla	14 klei się	+	+	+	+		+							+
	15 nie klei się							+	+	+	+	+	+	+
- octanie etylu	16 klei się						+	+						+
	17 nie klei się	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+
Próba palności	18 płomień bez kopcenia	+	+	+	+					+				+
	19 pali się kopcąc						+	+			+	+		+
	20 płomień żółty z niebieską obwódką	+	+	+				+			+	+		+
	21 płomień żółto-pomarańczowy						+							
	22 płomień niebieski				+					+				
Po wyjęciu z płomienia	23 pali się nadal	+	+	+		+	+		+					+
	24 gaśnie po pewnym czasie					+		+						
	25 gaśnie natychmiast					+								
	26 tworzą się włókna									+	+			
Zapach podczas palenia	27 parafiny	+	+	+										
	28 owocowy													+
	29 jak fenol							+						
	30 palonego rogu					+								
	31 formaliny									+				
	32 kwaśny gryzący										+	+		
	33 styrenu						+							

kształcić lub przeformować. To właśnie umożliwia wykorzystanie nawet odpadów do wytwarzania nowych przedmiotów nawet w najbardziej prymitywnych warunkach. Z tego właśnie względu, najwięcej miejsca poświęcimy tym właśnie tworzywom.

Wszystkie tworzywa tej grupy mając wspólną cechę – odwracalność reakcji utwardzania różnią się większością innych cech, temperaturą mięknięcia a więc warunkami kształtowania, własnościami chemicznymi, a więc warunkami klejenia, możliwym stosowaniem itp. Z tego względu, przed przy-

stąpieniem do wykonywania jakiegokolwiek przedmiotu, musimy dokładnie wiedzieć jakim tworzywem dysponujemy. Odróżnienie duroplastów od termoplastów jest oczywiście łatwe. Wystarczy próbkę tworzywa umieścić np. nad palnikiem gazowym. Gdy podgrzanie nie prowadzi do nadtopienia lub uplastycznienia tworzywa mamy do czynienia z duroplastem – tworzywem termo- lub chemoutwardzalnym. Gdy mięknie lub topi się jest tworzywem termoplastycznym. Trudniej rozróżnić poszczególne tworzywa termoplastyczne.

Najprostsza metoda to rozszyfrowanie

handlowej nazwy tworzywa wypisanej na nalepce dołączonej do kupionego wyrobu. Rozszyfrowanie, gdyż każdy kraj a często każdy producent tworzywa stosuje inną nazwę handlową dla tego samego materiału.

Najczęściej stosowane nazwy handlowe, najpopularniejszych tworzyw termoplastycznych zestawiono w tabeli 1. Warto tę tabelę szczególnie przestudiować, gdyż niektóre nazwy handlowe są wszystkim doskonale znane a rzadko kojarzone z chemiczną nazwą tworzywa lub z innymi nazwami handlowymi. Popularny igelit to prawie to samo co winidur – polichlorek winylu, wykładzina podłogowa jest w wielu naszych mieszkaniach a nikt nie skojarzy go zapewne z polską nazwą handlową Poliwinil lub Polocel. Polimetakrylan metylu lub Metaplex to wszystkim znany plexiglas lub tzw. szkło organiczne.

Skojarzenie nazwy handlowej z chemiczną nazwą tworzywa możliwe jest jednak tylko w wyjątkowych przypadkach, gdy przetwarzając chcemy tworzywa kupione w sklepie. Częściej dysponujemy tylko odpadami bez możliwości odczytania nazwy. W tym przypadku konieczna jest umiejętność samodzielnej identyfikacji tworzywa, co wbrew pozorom jest łatwe i może być przeprowadzone przez każdego, bez specjal-

nego laboratorium. Schemat czynności i sposobów oceny rodzaju tworzywa prostymi metodami ujęto w tabeli 2.

Najprostsza próba to badanie „pływalności”. Jak widać w tablicy dwa tworzywa: polietylen i polipropylen pływają po powierzchni wody. Wniosek z tego prosty – dodatkni wynik próby pływania wskazuje, że dalsze badania możemy ograniczyć do rozróżnienia tylko tych dwóch tworzyw i już następna próba: zarysowania paznokciem daje nam ścisłą odpowiedź, czy jest to polietylen czy polipropylen. Ale uwaga. Pływać mogą również inne tworzywa gdy mają postać spienioną. Przykład to polistyren, który w normalnej postaci jest cięższy od wody a w formie spienionego styropianu ma gęstość tak małą, że pływa nawet w benzynie. I odwrotnie, może się zdarzyć, że wyrób z tworzywa sztucznego jest umocniony przez wprowadzenie do tworzywa napelniaczy o dużej gęstości (piasek, włókno szklane, proszki metali) i próbka takiego tworzywa będzie tonąć mimo, że w stanie czystym jest lżejsza od wody. Z tego powodu w zasadzie powinno się przeprowadzić wszystkie próby identyfikacyjne. Omówimy je po kolei.

Próba pływania daje tylko ogólne wskazanie: tworzywo ma gęstość mniejszą lub większą od gęstości wody. Jednorodne tworzy-

Zapali się czy nie zapali? Samochodowe części z tworzyw sztucznych muszą być niepalne

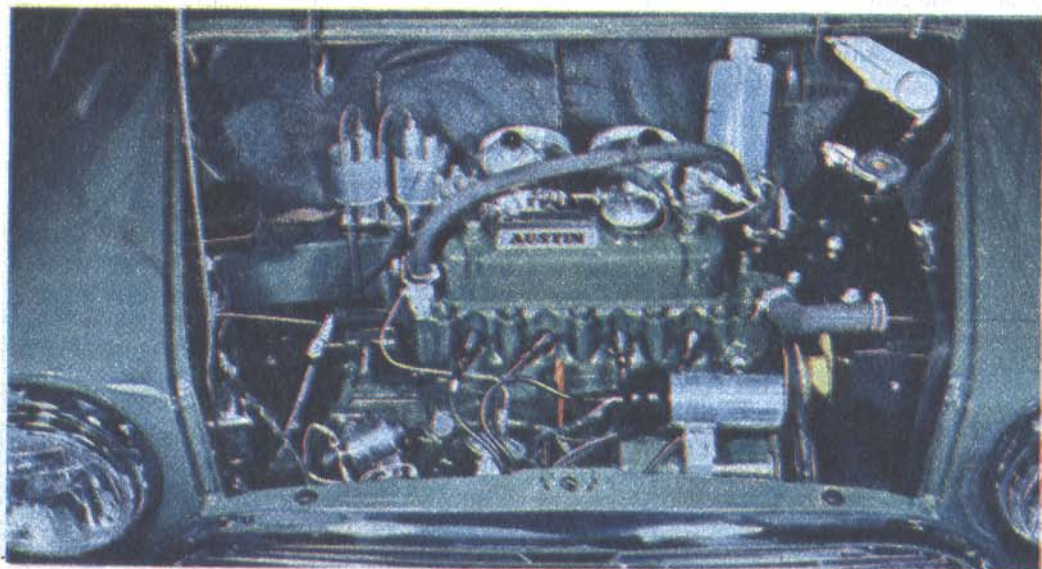


Tabela 3

Gęstość typowych tworzyw termoplastycznych

Gęstość G/cm ³	Tworzywo
0,91	PP
0,92 + 0,94	PE ₁
0,94 + 0,96	PE ₂
1,05 + 1,06	PS
1,1	PA
1,18	PMMA
1,2	PC
1,58	PCW
1,4	POM

wa niespionione i bez napelniaczy latwo jest zidentyfikowac wg ich rzeczywistej gęstości (tabela 3). Konieczne jest jednak do tego celu ważenie próbek na dokładnej wadze laboratoryjnej i określenie objętości tych próbek przez zanurzenie w cieczy w dokładnie skalowanej menzurce (cylindrze miarowym). Prostą metodą jest przeprowadzenie prób pływalności w specjalnych kąpielach do wyznaczania gęstości, których skład podano w tabeli 4.

Gdy brak nam wagi laboratoryjnej lub składników kąpeli o różnej gęstości, po próbie pływalności w wodzie przeprowadzamy kolejne próby zgodnie z tabelą 2.

Próba zarysowania paznokciem nie wymaga wyjaśnień. Łatwo rysuje się polietylen, trudno polipropylen a innych tworzyw paznokciem zarysować nie można. Równie prosta próba to zrzucenie próbki tworzywa, np. ze stołu, na twarde podłoże i określenie wysokości dźwięku jaki wydaje próbka po upadku. Dla ułatwienia rozróżniania wysokości dźwięku, celowe byłoby posiadanie porównawczych, zidentyfikowanych próbek wszystkich tworzyw, które identyfikowaliśmy wcześniej lub próbek wyciętych z wyrobów kupionych. Komplet takich próbek

Tabela 4

Skład kąpeli do wyznaczenia gęstości

Gęstość G/cm ³	Skład kąpeli (%wagowy)
0,91	52% alkohol etylowy + 48% woda destylowana
0,94	37% alkohol etylowy + 63% woda destylowana
1,00	100% woda destylowana
1,10	44% gliceryna + 56% woda destylowana
1,20	93% gliceryna + 7% woda destylowana
1,30	27% soda kaustyczna + 73% woda destylowana
1,40	37% soda kaustyczna + 63% woda destylowana

można sobie stworzyć w miarę obróbki różnych materiałów.

Kolejna, czwarta, to próba przełamania próbki tworzywa zamocowanego w imadle lub zginanego ręcznie. Polietylen, polipropylen i poliamid nie dają się przełamać mimo wielokrotnego zginania. Polistyren, poliwęglan, PCW i inne już podczas zginania zmieniają zabarwienie do białego a na powierzchni przełomu są białe. Polistyren i szkło organiczne (PMMA) wykazują przełom kruchy, charakteryzujący się niewielkimi odkształceniami i nagłym pęknięciem.

Próba rozpuszczalności wymaga zastosowania czterochlorku węgla i octanu etylu a umożliwi jednoznaczne zidentyfikowanie tylko polistyrenu i wstępne wyróżnienie poliwęglanu oraz poliuretanu (oba kleją się pod wpływem oddziaływania octanu etylu). Na szczęście, próbę tę możemy najczęściej pominąć, gdyż w połączeniu z pierwszymi czterema pełną identyfikację umożliwiają próby 6, 7 i 8, a właściwie trzy próby przeprowadzone w jednej operacji spalania badanej próbki. Wyróżnikami rozpoznawczymi są w tych próbach: sposób spalania się próbki, jej zachowanie po wyjęciu z płomienia i zapach wydzielany przez palące się tworzywo. Przykład – polipropylen (PP) pali się bez kopcenia, podobnie jak poliamid (PA) ale płomieniem żółtym z niebieską obwódką, podczas gdy poliamid – płomieniem o barwie niebieskiej. Po wyjęciu z płomienia PP pali się nadal a PA po pewnym czasie gaśnie. Pierwszy wydziela zapach parafiny, drugi swąd palonego rogu.

Wszystkie trzy próby można przeprowadzić przy użyciu palnika gazowego, spirytusowego lub nawet w płomieniu zapalki. Pamiętać należy jednak o dwóch sprawach – o bezpieczeństwie przeciwpożarowym; spalane próbki powinny być jak najmniejsze, oraz o bezpieczeństwie przedmiotów domowych. Badane tworzywa, to tworzywa termoplastyczne. W wyniku wysokiej temperatury mogą ulec stopieniu, a oddzielone od próbki krople spadając i krzepnąc mogą wytopić dziury w stole lub skleić się trwale np. z ręcznikiem. Jeszcze ostrzejsze zasady bezpieczeństwa pracy obowiązują przy używaniu rozpuszczalników, ale o tym każdy majsterkowicz wie najlepiej z własnego doświadczenia.

Krzysztof Błaszowski