

Ferroelastyczne kompozyty

Stanisław BEDNAREK

Już przed kilku tysiącami lat człowiek zaczął wytwarzać materiały złożone. Istotne znaczenie dla rozwoju naszej cywilizacji miała epoka brązu, a materiał ten tworzą dwa pierwiastki – miedź i cyna. Również bardzo dawno zaczęto budować chaty, których ściany składały się z wyschniętych łodyg roślin spajanych gliną.

Struktury wewnętrzne tych materiałów różnią się zasadniczo. Oglądając kawałek brązu, nawet pod dużym powiększeniem, trudno jest wyróżnić granicę między jego składnikami. W przypadku drugiego materiału już gołym okiem można zobaczyć fragmenty roślin i łączącą je glinę. Pierwszy z tych materiałów jest przykładem stopu, a drugi – kompozytu. Dokładniej: kompozytem nazywa się materiał złożony z połączonych ze sobą różnych substancji lub materiałów, pomiędzy którymi daje się wyróżnić określone granice.

Niektóre kompozyty człowiek produkował mniej lub bardziej świadomie od dawna, inne wytwarza sama Przyroda. Naturalnym kompozytem jest np. drewno. Gwałtowny wzrost zainteresowania kompozytami nastąpił jednak około 40 lat temu, kiedy zaczęła powstawać nowa, interdyscyplinarna dziedzina badań, nazywana obecnie nauką o materiałach.

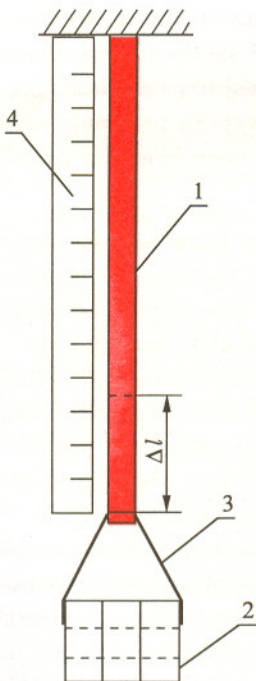
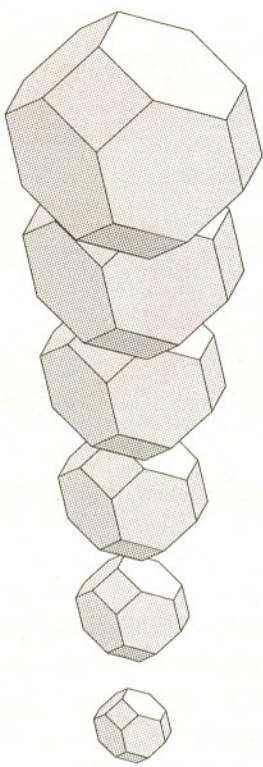
Głównym powodem, dla którego wytwarza się i bada wciąż nowe kompozyty, jest zapotrzebowanie na materiały o specjalnych właściwościach, np. bardzo lekkie i wytrzymałe. Często się zdarza, że pożądanymi właściwościami nie mają znane pierwiastki i związki chemiczne. Nie da się również uzyskać stopu o poszukiwanych właściwościach, bowiem nie wszystkie metale w stanie ciekłym mieszają się. Rozwiązanie problemu może dać wówczas sporządzenie kompozytu.

Interesującym przykładem kompozytów są ferroelastyki, czyli materiały o dość silnych właściwościach magnetycznych i dużej podatności na odkształcenia sprężyste, stosowane np. w czujnikach i przetwornikach elektromechanicznych.

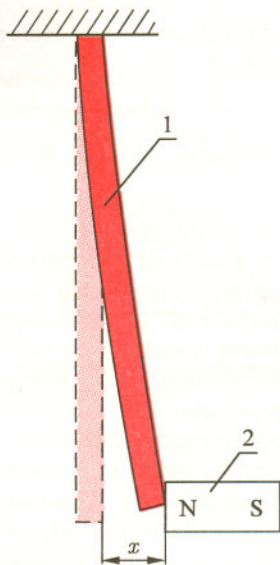
Ferromagnetyki są mało podatne na odkształcenia. Żeby zwiększyć o 0,2% długość stalowego pręta o średnicy 1 cm, potrzebna jest siła około $3,4 \cdot 10^4$ N. Przy tym wydłużeniu pręt naprężony jest prawie do granic wytrzymałości, ponieważ siła $3,9 \cdot 10^4$ N spowoduje już jego rozerwanie. Niektóre stopy ferromagnetyczne są kruche i ulegają zniszczeniu przy jeszcze mniejszych odkształceniach. Istnieją jednak materiały wytrzymujące wydłużenie nawet 10 razy większe od ich długości początkowej. Są to tzw. elastomery, np. kauczuki chloroprenowe lub silikonowe. Materiały te wykazują bardzo słabe właściwości magnetyczne.

Ferroelastyk otrzymamy umieszczając cząstkę ferromagnetyka wewnątrz elastomeru. Wytworzenie takiego materiału kompozytowego i zbadanie niektórych jego właściwości jest możliwe w warunkach amatorskich. Do tego celu potrzebne będą: kilkadziesiąt gramów drobnych opiłków stalowych, tubka silikonu, strzykawka lekarska, podstawka do szklanki, drewniana łopatka, linijka, małe naczynie – naparstek albo kieliszek do lekarstw, niewielki magnes, np. od zatrasku meblowego lub tablicy magnetycznej, nici oraz kilka dużych, jednakowych nakrętek. Silikon można kupić w sklepie chemicznym, ponieważ jest powszechnie stosowany jako masa klejąco-uszczelniająca. Ma on konsystencję pasty ulegającej samoistnej polimeryzacji w kontakcie z powietrzem. W wyniku tego otrzymuje się bardzo elastyczne ciało stałe podobne do gumy.

Od strzykawki odcinamy końcówkę do nakładania igły, uzyskując w ten sposób powiększony otwór wylotowy o średnicy 3–4 mm. Wyjmujemy tłok strzykawki i wyciskamy do niej z tuby 3–4 cm³ silikonu. Następnie wkładamy tłok, strzykawkę przesuwamy powoli i jednostajnie nad kartką papieru wyciskając silikon. W ten sposób powstaje włókno o przekroju kołowym, które pozostawiamy na kilka godzin do spolimeryzowania. Będzie to nasza próbka kontrolna. Tym samym sposobem sporządzamy kilka próbek używając



Rys. 1. Pomiar wydłużenia próbki Δl :
1 – próbka, 2 – nakrętka, 3 – nić,
4 – linijka.

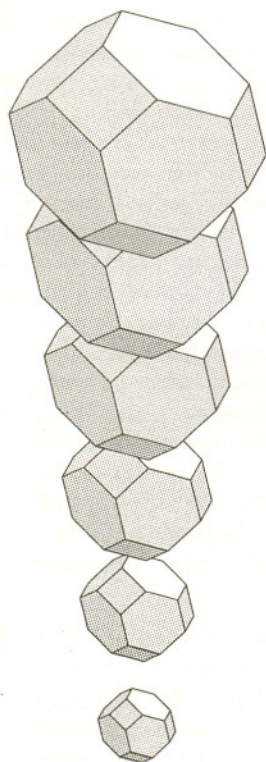


Rys. 2. Badanie właściwości magnetycznych próbek: 1 – próbka, 2 – magnes.

zamiast czystego silikonu jego mieszaniny z coraz większą ilością opiłków. Objętości opiłków odmierzamy za pomocą naczynia, a mieszaninę sporządzamy na podstawie do szklanki korzystając z drewnianej łopatką, którą również wkładamy mieszaninę do strzykawki uważając, żeby nie było w niej pęcherzyków powietrza. Za każdym razem używamy tyle samo silikonu wyciskając z tuby słupki o jednakowej długości, natomiast objętość opiłków zwiększamy o stałą wartość, np. o $0,5 \text{ cm}^3$.

Spolimeryzowane próbki przycinamy na jednakową długość i przystępujemy do badania. Najpierw bierzemy próbkę z czystego silikonu i zawieszamy za jeden koniec, a do jej drugiego końca przywiązujemy kolejno jedną, dwie, trzy... nakrętki (rys. 1). Mierzmy przyrosty długości próbki spowodowane tymi obciążeniami. Te same pomiary powtarzamy dla kolejnych próbek zawierających coraz większe ilości opiłków. Okazuje się, że im większa jest zawartość opiłków, tym mniejsze są przyrosty długości próbek spowodowane tym samym obciążeniem.

Następnie oceniamy właściwości magnetyczne. W tym celu do swobodnie zwisającego końca próbki zbliżamy powoli magnes i mierzymy, z jakiej odległości przyciągnął on koniec próbki (rys. 2). Próbki o optymalnych właściwościach magnetycznych i elastycznych otrzymuje się przy średniej zawartości opiłków. Jeżeli do sporządzenia kompozytu użyjemy opiłków stali magnetycznie twardej, możemy próbki trwale namagnesować. Uzyskamy w ten sposób elastyczne magnesy przydatne do różnych interesujących doświadczeń i stosowane nieraz, np. jako uszczelki w lodówkach.



Zadania

Redaguje Krzysztof OLESZKIEWICZ

M 783. Udowodnić, że jeśli wszystkie płaskie przekroje środkowosymetrycznego wielościanu wypukłego K mają pole powierzchni nie większe niż 2, to jego objętość jest mniejsza niż 4.

Rozwiązanie na str. 14

M 784. Czy jeśli dwie bryły środkowo-symetryczne mają takie same pola wszystkich przekrojów płaszczyznami przechodzącymi przez środek symetrii, to muszą mieć jednakową objętość?

Rozwiązanie na str. 13

M 785. Udowodnić, że z dowolnej bryły o objętości 1000 można wybrać 200 punktów, z których żadne dwa nie są odległe o mniej niż 1.

Rozwiązanie na str. 13

Redaguje Krzysztof REJMER

F 435. Cząstka o masie m i ładunku q znajduje się w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym:

$$\mathbf{E} = E_0(\mathbf{i} \cos \omega t + \mathbf{j} \sin \omega t),$$

$$\mathbf{B} = -B_0 \mathbf{k},$$

gdzie $\omega = \frac{qB}{m}$ ($\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ są wersorami kartezjańskiego układu współrzędnych). W chwili początkowej ($t_0 = 0$) cząstka spoczywa w początku układu współrzędnych. Znaleźć jej trajektorię i energię kinetyczną w chwili t .

Uwaga: przyjmujemy, że pole E jest wolnozmiennie i zanedbujemy efekty związane z promieniowaniem.

Rozwiązanie na str. 5

F 436. Prędkość planety w peryhelium jest równa v , natomiast w aphelium jest równa u . Obliczyć prędkość V tej planety w chwili, gdy znajdzie się ona na małej osi elipsy będącej jej trajektorią.

Rozwiązanie na str. 5

