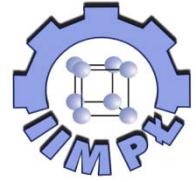




Politechnika Łódzka
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Materiałowej



LABORATORIUM NAUKI O MATERIAŁACH

Ćwiczenie nr 12

Temat: Tworzywa polimerowe.

Łódź 2010

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest praktyczne zapoznanie studentów z klasyfikacją, właściwościami, identyfikacją, przetwórstwem i możliwościami zastosowań tworzyw polimerowych.

Wprowadzenie

Tworzywem polimerowym nazywamy mieszaninę substancji wielkocząsteczkowej z dodatkami barwnika i wypełniacza. Substancją wielkocząsteczkową albo polimerem nazywamy substancję o bardzo dużym ciężarze cząsteczkowym (powyżej 10^3).

Właściwości polimerów zależą od ciężaru cząsteczkowego. Polimery o niskim ciężarze cząsteczkowym są płynne, oleiste, a o wielkim ciężarze cząsteczkowym są w stanie stałym. W skład polimeru wchodzi bardzo duża ilość cząsteczek olbrzymów zwanych makrocząsteczkami. Mogą one posiadać budowę jednowymiarową o kształcie długich włókienek, rozgałęzioną tzw. dwuwymiarową, lub przestrzenną.

Każda makrocząsteczka składa się z elementów podstawowych zwanych merami. Proces łączenia się cząstek merów (monomerów) w substancję wielkocząsteczkową nazywamy polimeryzacją, a uzyskany produkt polimerem. Proces odwrotny, tzn. proces podczas, którego zachodzi rozkład polimeru do monomeru, tj. do substancji wyjściowej lub innej małowymiarowej nazywamy depolimeryzacją.

Tabela 1. Podstawowe właściwości niektórych termoplastycznych tworzyw konstrukcyjnych

Nazwa	Symbol	Gęstość [kg/m ³]	R _m [MPa]	E [MPa]	T _m [°C]
Polichlorek winylu	PVC PCW	1380	55	2500	75
Polietylen wysokociśnieniowy	PEw	920	12	-	80
Polipropylen	PP	910	40	1300	151
Poliamid - 6	PA	1128	54	1900	189
Polistyren	PS	1040	30	2940	91

Klasyfikacja tworzyw sztucznych

Najpopularniejszą metodą klasyfikacji tworzyw sztucznych bazuje na metodach ich otrzymywania:

- produkty przemiany,
- produkty polikondensacji, tj. łączenie się wielu cząsteczek substratów z wydzieleniem związku małowymiarowego, przeważnie wody,
- produkty polimeryzacji,

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKI CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

- d) produkty poliaddycji, tj. łączenie się w makrocząsteczkę monomerów w skutek przeskoaku ruchliwego atomu wodoru,
- e) poliestry,
- f) żywice silikonowe.

Istnieje także klasyfikacja tworzyw sztucznych z punktu widzenia właściwości mechanicznych, oparta na zachowaniu się ich pod wpływem temperatury i rozpuszczalności:

- a) tworzywa termoplastyczne,
- b) tworzywa termoutwardzalne,
- c) tworzywa wulkanizujące.

Tworzywa sztuczne w zależności od swoich właściwości można podzielić na elastomery i plastomery. Elastomery to takie tworzywa, które w temperaturze pokojowej wykazują wydłużenie większe niż 100%, a plastomery, w których wydłużenie nie przekracza 100%. Do plastomerów zaliczamy termoplasty i duroplasty (termoutwardzalne lub chemoutwardzalne). Termoplasty przy ogrzewaniu mięknią, a po ostygnięciu twardnieją, duroplasty przy ogrzewaniu początkowo mięknią, lecz przy dalszym dostarczaniu ciepła twardnieją (tworzywa termoutwardzalne). Duroplasty chemoutwardzalne, po wprowadzeniu do nich odpowiedniego związku chemicznego, utwardzają się. Do elastomerów zaliczamy tworzywa wulkanizowane, np. kauczuk naturalny, silikon (SI), oraz tworzywa niewulkanizujące, np. zmiękczone polichlorek winylu (PVC), elastomery poliuretanowe. Do najważniejszych polimerów termoutwardzalnych należą: tworzywa mocznikowe (UF), fenolowe (PF), melaminowe (MF). Spośród polimerów chemoutwardzalnych należy wymienić poliestry nienasycone (UP), epoksydy (EP).

Z polimerów termoplastycznych kształtuje się elementy konstrukcyjne po ich podgrzaniu i zmięknięciu. W rozpuszczalnikach organicznych i niektórych nieorganicznych tworzywa te ulegają rozpuszczeniu tworząc lepkie roztwory. Po obniżeniu temperatury tworzywa termoplastyczne stają się ponownie twarde. Bez szkody dla właściwości można wielokrotnie podwyższać i obniżać temperaturę, co umożliwia ich wielokrotną przeróbkę.

Tworzywa wulkanizujące pod wpływem temperatury tylko nieznacznie mięknią, ale nie ulegają płynięciu i w temperaturach wyższych niż 100°C ulegają zniszczeniu. Elementy konstrukcyjne wykonane z tego tworzywa nie mogą być powtórnie przerobione, ale po odpowiednim rozdrobieniu i przygotowaniu można je zastosować jako dodatek do innych tworzyw. Tworzywa tej grupy pod wpływem rozpuszczalników ulegają ograniczonemu pęcznieniu, jednak całkowicie nie rozpuszczają się nigdy. Do tej grupy zaliczamy zwulkanizowane kauczuki, gumę, ebonit.

Właściwości i przykłady zastosowania ważniejszych tworzyw sztucznych

Tworzywa sztuczne będące produktami przemian:

1. Fibra wulkanizowana - powstaje w wyniku procesu chemicznej przemiany celulozy za pomocą $ZnCl_2$ lub H_2SO_4 . Znajduje zastosowanie w elektrotechnice, przemyśle tekstylnym, maszynowym, armatura (uszczelki), samochodowym.

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKI CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

2. Celuloza regenerowana (Cellophan, Tomofan) - powstaje w wyniku modyfikacji celulozy NaOH i CS₂. Znajduje zastosowanie do opakowań (folie i osłonki wędlin), jedwab wiskozowy w przemyśle odzieżowym, w kosmetyce (gąbki) oraz w elektrotechnice.
3. Azotan celulozy (Celuloid) - otrzymuje się przez estryfikację celulozy HNO₃ w obecności H₂SO₄. Daje się łatwo barwić i przerabiać i mimo jego łatwej palności znajduje zastosowanie w przemyśle zabawkarskim, gospodarstwa domowego, w lakiernictwie (lakiery nitro).
4. Octan celulozy (Cellon, Cellit) - otrzymuje się z celulozy przez modyfikację mieszaniną kwasu octowego i bezwodnika kwasu octowego. Znajduje zastosowanie w przemyśle fotograficznym (niepalne błony filmowe), na opakowania, w lakiernictwie.
5. Etery celulozy (Trolit) - otrzymuje się przez eteryfikację celulozy różnymi alkoholami. Stosuje się jako masy wtryskowe do produkcji artykułów elektrotechnicznych (dobre własności dielektryczne), w przemyśle lakierów i klejów, w przemyśle włókienniczym (apretury).
6. Sztuczny róg (Galalit) - otrzymuje się przez modyfikację formaldehydem otrzymanej z mleka kazeiny podpuszczkowej. Stosuje się na materiały zdobnicze, zabawki, okładziny, sprzączki, guziki, itp.

Tworzywa sztuczne będące produktami polikondensacji (duroplasty):

1. Żywice szlachetne fenolowe (Dekovit) - otrzymuje się z fenolu i formaldehydu. Czyste żywice można przerabiać na jasne, przezroczyste kształtki - odlewy, możliwe jest ich barwienie. Stosowane na wyroby galanteryjne, ozdobne, oraz jako piankowe żywice fenolowe.
2. Tłoczywa fenolowe i krezolowe (Plastadur, Bakelit) - otrzymuje się z fenolu lub krezolu, formaldehydu i napełniaczy. Jako napełniacze stosuje się mączkę drzewną, proszki mineralne, włókna, ścinki tekstylne, azbest, włókno szklane, itp. Stosowane są głównie w elektrotechnice. Ze względu na smak i zapach nie nadają się do stosowania w przemyśle spożywczym.
3. Laminaty fenolowe i krezolowe (Plastacart, Prestofol) - otrzymuje się z fenolu i krezolu, formaldehydu i materiałów warstwowych, np. arkuszy papieru, forniru, tkanin tekstylnych i szklanych. Stosowane są jako płyty budowlane i dekoracyjne, materiały izolacyjne w elektrotechnice, na panewki łożysk i koła zębate, itp. części maszyn.
4. Żywice karbamidowe (mocznikowe i melaminowe) – Żywice mocznikowe otrzymuje się z mocznika i formaldehydu. Czyste żywice nie mają dużego zastosowania. Przeważnie przetwarza się je podobnie jak fenoplasty z napełniaczami na tłoczywa i laminaty. Żywice karbamidowe są fizjologicznie obojętne. Znajdują zastosowanie także w przemyśle klejów i lakierów, oraz są stosowane do produkcji materiałów piankowych (Piatherm) do izolacji cieplnej i akustycznej.
5. Tłoczywa karbamidowe (Meladur) - otrzymuje się z mocznika lub melaminy, formaldehydu i wypełniaczy. Dodatek wypełniaczy wpływa korzystnie na właściwości i cenę tych żywic. Ponieważ żywice karbamidowe nie mają zapachu ani smaku, znajdują zastosowanie do

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKIE CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

wyrobu przedmiotów gospodarstwa domowego, a także w przemyśle meblowym, elektrotechnicznym i zabawkarskim.

6. Laminaty karbamidowe (Sprelacart, Resopal) - otrzymuje się z mocznika lub melaminy, formaldehydu i materiałów warstwowych. Ponieważ laminaty można wytwarzać w jasnych czystych barwach, są stosowane na płyty dekoracyjne ścian, mebli, materiały grawerskie, itp.

Poliamidy otrzymuje się w procesie polikondensacji, ale nie są to duroplasty, gdyż mają typowe właściwości termoplastyczne. Zostaną omówione poniżej.

Tworzywa sztuczne będące produktami polimeryzacji (termoplasty).

Wytworzone w procesie polimeryzacji makrocząsteczki mają budowę liniową i są między sobą mniej lub bardziej luźno splątane. Ze stosunkowo luźnej budowy produktu polimeryzacji wynikają termoplastyczne właściwości tych materiałów. Najpopularniejsze tworzywa termoplastyczne to:

1. Polichlorek winylu (PVC, Ekadur, Owilit, Tarnavinyl S, PCW) - otrzymuje się z acetyleny i chlorowodoru. Jest tworzywem produkowanym w największych ilościach. Znajduje zastosowanie prawie we wszystkich gałęziach przemysłu, a przede wszystkim w przemyśle chemicznym, budownictwie oraz na opakowania. Dodatek zmiękczaczy powoduje dużą plastyczność tworzywa, a ich odparowanie powoduje wzrost kruchości w miarę wzrostu czasu użytkowania. Z polichloroku winylu wytwarza się takie półprodukty jak: folie, płyty, rury i inne wyroby profilowe oraz pasty, itp.
2. Polietylen (PEw, Politen, Lupolen) - otrzymuje się w procesie polimeryzacji etylenu. Zależnie od masy cząsteczkowej rozróżnia się polietylen miękki (wysokociśnieniowy) i polietylen twardy (niskociśnieniowy). Tworzywo to jest bardzo szeroko stosowane we wszystkich dziedzinach techniki, np. w budownictwie, przemyśle chemicznym, na opakowania, w przemyśle spożywczym, itd.
3. Polipropylen (Malen PJ-400, Pimalen) - otrzymuje się w procesie polimeryzacji propylenu. Wysoki stopień krystaliczności tworzywa wpływa na jego wysokie właściwości mechaniczne i termiczne. Temperatura mięknięcia (170 - 200°C) jest wyższa, niż większości innych termoplastów. Zastosowanie: wyroby, którym stawiane są wysokie wymagania termiczne, np. rurociągi, narzędzia, aparatura, itp.
4. Poliizobutylen - otrzymuje się w procesie polimeryzacji produktów ropy naftowej. Zależnie od stopnia polimeryzacji może mieć postać lepkiego oleju lub twardej gumy. Zastosowanie: jako dodatek uszlachetniający np. smarów i klejów, folie, płyty, węże, w przemyśle chemicznym, budownictwie, itp.

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKI CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

5. Poliamid (Perlon, Dederon, Nylon, Miramid, Perfol) - otrzymuje się z pochodnych węgla, gazu ziemnego lub ropy naftowej. Zastosowanie: nieflamliwe artykuły codziennego użytku, artykuły techniczne o wysokich właściwościach wytrzymałościowych, włókna, lekkie tkaniny, itp.
6. Polistyren (Trolitul, Styroflex) - otrzymuje się z etylenu i benzenu. Zastosowanie: nakrętki, tuby, przedmioty galanteryjne, materiały piankowe, itp.
7. Polimetakrylan metylu (Pleksiglas, Piacryl) - otrzymuje się z acetonu i cyjanowodoru. Zastosowanie: światłowodowy, okna samolotów, artykuły codziennego użytku o dużej przezroczystości, itp.
8. Polioctan winylu - otrzymuje się z acetyleny, ropy naftowej i gazu ziemnego. Zależnie od stopnia polimeryzacji otrzymuje się substancje oleiste, kleiste lub twarde żywice. Zastosowanie: dyspersyjne roztwory, mieszanki do powlekania, przemysł lakierniczy, tekstylny, papierniczy, itp.
9. Poliakrylonitryl (Wolpryla, Orion) - otrzymuje się z acetyleny i chlorowodoru. Tworzywo produkowane jest jako półprodukt w postaci włókien i przędzy. Zastosowanie: tkaniny odporne na działanie czynników atmosferycznych, światła i chemikaliów, o bardzo dużej wytrzymałości i dużej zdolności ocieplającej, itp.
10. Policzterofluoroetylen (PTFE – Teflon, Algoflon, Soreflon) Posiada nadzwyczaj dużą odporność na ścieranie, niską chłonność wilgoci, dużą odporność termiczną (podczas pracy w temperaturze 300°C w ciągu 1000 godz. traci zaledwie 15% wytrzymałości). Zastosowanie: aparatura termoodporna, zawory, uszczelki, łożyska ślizgowe w postaci spieku, itp.
11. Poliwęglan (Makrolon) - otrzymuje się z fozgenu i dianu. Półwyroby wytwarza się w postaci włókien, folii, rur. Charakteryzuje się bardzo dobrymi własnościami mechanicznymi i dielektrycznymi. Zastosowanie: przemysł elektroniczny, medycyna, części maszyn o dużych wymaganiach technicznych oraz przedmioty codziennego użytku.

Tworzywa sztuczne będące produktami poliaddycji:

Poliaddycję można określić jako polimeryzację kondensacyjną. W jej wyniku otrzymuje się długie liniowe makrocząsteczki, które są usieciowane. Usieciowanie jest jednak znacznie luźniejsze niż w produktach kondensacji. W procesie poliaddycji nie otrzymuje się tworzyw kruchych i twardych. Do grupy tej zalicza się poliuretany. Poliuretan (Ułazian, Utagen, Moltopren) - otrzymuje się z acetyleny. Zastosowanie: produkcja artykułów piankowych, technika klejów, lakierów, itp.

Tworzywa poliestrowe:

Do grupy tej można zaliczyć następujące tworzywa chemoutwardzalne:

- a) żywice poliestrowe,
- b) żywice epoksydowe.

Utwardzanie przeprowadza się przez dodanie odpowiednich katalizatorów, i aktywatorów, które powodują sieciowanie przestrzenne makrocząsteczek.

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKI CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

1. Żywice poliestrowe. W handlu spotyka się żywice w stanie ciekłym. W przypadku stosowania wypełniaczy, np. włókna szklanego można z nich wytwarzać elementy o dużej wytrzymałości, np. kadłuby łodzi, karoserie samochodów, wanny, itp.
2. Żywice epoksydowe (Epidian, Araldid). W handlu spotyka się żywice w postaci substancji ciekłych, past, szpachlówek. Znajdują zastosowanie jako żywice lane, adhezyjne i impregnacyjne. Technika klejenia metali również opiera się na żywicach epoksydowych.

Żywice silikonowe:

Żywice silikonowe są tworzywami zaliczanymi do związków krzemooorganicznych z wbudowanymi na miejscu atomów węgla, atomami krzemu. Żywice silikonowe odznaczają się dużą odpornością na bardzo niskie (-60°C) jak i stosunkowo wysokie (powyżej 300°C) temperatury. Żywice silikonowe otrzymuje się z piasku kwarcowego, węgla, chloru poprzez czterochlorek krzemu. W handlu spotyka się silikonowy w postaci od oleistych cieczy do ciał stałych. Zastosowanie: przemysł lakierów, materiałów polerskich, w elektrotechnice, technice próżniowej, w przemyśle skórzanym, w budownictwie.

Tworzywa wulkanizujące:

Wulkanizacja jest to proces technologiczny stosowany w celu przekształcenia kauczuku (w postaci mieszanki kauczukowej) w gumę. Polega na przestrzennym łączeniu makrocząsteczek kauczuku wiązaniami poprzecznymi (sieciowanie). Wulkanizowanie kauczuku prowadzi się przeważnie w temperaturze $140 - 180^{\circ}\text{C}$, przy udziale odpowiednich środków wulkanizujących (najczęściej siarki) i w obecności przyspieszaczy, pod zwiększonym ciśnieniem. Podstawowymi składnikami mieszanki kauczukowej są:

1. Kauczuk naturalny lub sztuczny.
2. Substancje wulkanizujące (siarka w ilości ok. $0,5 + 10\%$ wag)
3. Dodatki uszlachetniające: przyspieszacze wulkanizujące, zmiękczacze, napełniacze, antyutleniacze, substancje antyseptyczne i inne.

Zastosowanie to przede wszystkim opony, węże, powłoki i amortyzatory. W przypadku zwiększenia zawartości siarki do ok. 40% otrzymuje się twardy i kruchy ebonit. Guma w nafcie i benzynie lekko pęcznieje, ebonit odporny jest na działanie tych czynników. Oprócz w/w gumy w handlu znajdują się chlorokauczuki i cyklokauczuki, które są stosowane na powłoki antykorozyjne.

Właściwości fizyczne i chemiczne tworzyw sztucznych.

Właściwości fizyczne i chemiczne tworzyw sztucznych zależne są od składu i struktury chemicznej, średniego ciężaru cząsteczkowego, polimolekularności oraz zawartości substancji małowcząsteczkowych. Wspólnymi własnościami tworzyw sztucznych są: mała gęstość ($<2\text{g}/\text{cm}^3$), złe przewodnictwo cieplne i elektryczne, znaczna (w porównaniu z metalami) rozszerzalność cieplna, niezbyt wysoka maksymalna temperatura stosowania ($<300^{\circ}\text{C}$), dobre własności mechaniczne, które jednak wyraźnie pogarszają się w miarę przedłużania czasu działania naprężeń i wzrostu temperatury.

Procesy produkcji tworzyw sztucznych są już na tyle opanowane, że możliwe jest otrzymywanie tworzyw o z góry zadanych własnościach fizycznych. Ponadto własności te można zmieniać przez

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKIE CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

modyfikację (kopolimeryzację), obróbkę chemiczną, plastyfikację, mieszanie polimerów, napromieniowanie, usieciowanie lub wprowadzenie wypełniaczy.

Charakterystyczną właściwością chemiczną tworzyw sztucznych jest ich mała reaktywność, a co za tym idzie - duża odporność na działanie czynników chemicznych. Odporność ta jest różna dla poszczególnych tworzyw i zależy od budowy chemicznej, składu i struktury oraz ciężaru cząsteczkowego tworzywa. Odporność chemiczna tworzyw sztucznych jest najczęściej tym lepsza im podstawowy polimer ma budowę bardziej uporządkowaną (poliamidy) lub bardziej usieciowaną (fenoplasty) i im większy jest ciężar cząsteczkowy.

Ze wzrostem temperatury odporność chemiczna tworzyw sztucznych z reguły maleje. Większość tworzyw sztucznych odporna jest na działanie zimnych kwasów nieutleniających, zasad, roztworów soli, a nieodporna na działanie silnych utleniaczy, kwasów utleniających, kwaśnych i zasadowych solanek. Z rozpuszczalników najbardziej agresywne są węglowodany chlorowane i estry. Rozpuszczalniki powodują często pęcznienie tworzyw sztucznych, przy czym jest ono tym silniejsze, im mniej usieciowana i uporządkowana jest struktura polimeru. Większość tworzyw sztucznych jest odporna na działanie wody, niektóre nieco pochłaniają wodę, a tylko nieliczne (polialkohol winylowy) ulegają rozpuszczeniu.

Tlen z powietrza w obecności światła atakuje tylko niektóre tworzywa sztuczne, czemu zapobiega się przez dodanie antyutleniaczy.

Palność tworzyw sztucznych jest zróżnicowana: od niepalnych (silikony) do łatwopalnych (nitroceluloza), lecz z reguły mniejsza niż palność monomerów.

Identyfikacja tworzyw sztucznych.

Identyfikacja tworzyw sztucznych polega na określeniu rodzaju tworzywa za pomocą prób jakościowych. Należy podkreślić, że obecność wypełniacza może w znacznym stopniu utrudnić identyfikację tworzywa sztucznego.

Identyfikacja na podstawie postaci i właściwości zewnętrznych

Identyfikację przeprowadza się na podstawie postaci i właściwości zewnętrznych przez porównanie z wzorcami dokładnie zidentyfikowanych tworzyw. Identyfikację tworzyw sztucznych na tej podstawie przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2. Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie postaci i właściwości zewnętrznych*.

Lp.	Postać, wygląd i własności zewnętrzne tworzywa	Tworzywo lub grupa tworzyw
1	Tworzywo przezroczyste, bezbarwne lub zabarwione	może być: polistyren (kształtki małe), polimetakrylan metylu (kształtki, płyty, blaszki), celuloza regenerowana (folie, włókna), octan celulozy (folie, cienkie płyty, włókna, kształtki), poliwęglany (kształtki, płyty) polichlorek winylu suspensyjny (folie, profile, rurki wytłaczane), polietylen (tylko b. cienkie folie), wyjątkowo poliamidy i niewypełnione aminoplasty

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKII CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

2	Tworzywo przeświecające, ale nie całkowicie przezroczyste	może być: jak w poz. 1, ale wypełnione, polietylen i polipropylen (folie, kształtki wtryskowe, profile przezroczyste i rurki wytłaczane, granulaty wtryskowe), aminoplasty (w cienkich warstwach), napełnione celulozą
3	Laminaty zbrojone watą lub tkaniną szklaną	mogą być: laminaty epoksydowo- lub poliestrowo-szklane, niebarwione, barwy żółtawej lub różnie barwionej, na ogół przeświecające, często płyty faliste — w cienkich warstwach widoczna pod światło struktura nośnika
4	Granulaty wtryskowe: a) różne b) bezbarwne, ale przeświecające, mleczne c) jak w poz. b), ale w dotyku przypominające parafinę	może być: polistyren, polietylen, polipropylen, poliamidy, octan celulozy, octano-maślan celulozy, polietylen, polipropylen, poliamidy polietylen, polipropylen (pływają w wodzie)

* - Powyższe badanie jest czynnością wstępną.

Identyfikacja na podstawie określenia gęstości

Gęstość jest zasadniczą własnością, pozwalającą na bliższe określenie rodzaju tworzywa sztucznego. Gęstości poszczególnych tworzyw sztucznych przedstawiono w tab. 3.

Tabela 3. Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie gęstości.

Gęstość [g/cm ³]	Rodzaj tworzywa
< 0,3	tworzywa piankowe
0,9 ÷ 1,0	polietylen, polipropylen, poliizobutylen, kopolimery styrenu z butadienem, z akrylonitrylem
1,0 ÷ 1,2	polistyren, poliamidy, polimetakrylan metylu, polioctan winylu, poliestry nienasycone lane, poliwęglany
1,2 ÷ 1,3	poliuretany, octan celulozy, polialkohol winylowy, polichlorek winylu plastyfikowany, epoksydy lane
1,3 ÷ 1,4	azotan celulozy, fenoplasty lane (ewentualnie z napełniaczem org.), fenoplasty warstwowe tkaninowe, polichlorek winylu, chlorowany polieter (penton), poliestry kwasu tereftalowego (typu elany)
1,4 ÷ 1,7	aminoplasty z napełniaczami org., poliformaldehyd, fenoplasty warstwowe papierowe, polichlorek winylu z napełniaczem mineralnym, chlorokauczuk
1,7 ÷ 2,0	polichlorek winylidenu, tworzywa wzmacniane włóknem szklanym (poliestrowe, epoksydowe i in.)
> 2	policzterofluoroetylen, polichlorotrójfluoroetylen, niektóre laminaty o dużej zawartości włókna szklanego, tworzywa z ciężkimi napełniaczami nieorganicznymi

Identyfikacja na podstawie badań systematycznych

Identyfikację przeprowadza się przez jednoczesne analizowanie wyników następujących badań:

1. Sucha destylacja

Do probówki szklanej wprowadzamy rozdrobnione tworzywo do wysokości 1 - 2cm. Probówkę ogrzewamy w słabym płomieniu palnika Bunsena. Obserwujemy zachowanie się tworzywa w czasie nagrzewania. W czasie wykonywania próby do wylotu probówki zbliżamy zwilżony wodą destylowaną papierek lakmusowy, który pozwala zbadać odczyn wydzielających się gazów. Zarówno zachowanie się tworzyw w trakcie nagrzewania, jak i odczyn na papierku lakmusowym są charakterystyczne dla odpowiednich tworzyw sztucznych.

2. Próba płomieniowa.

Małą próbkę badanego tworzywa umieszczamy w nie świecącej części płomienia palnika Bunsena, tak aby płomień dotykał próbki. Obserwujemy zachowanie się próbki, powstałe dymy, określamy ich zapach i wygląd popiołu. Określamy rodzaj płomienia, barwę i układ barwy płomienia, czy płomień iskrzy, czy tworzywo się topi, a po stopieniu kapie lub ciągnie się w nitki, albo zwęglą się z powstaniem białego brzegu, oraz jaka jest woń próbki po spaleniu (tab. 4.).

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKI CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

Tabela 4. Rozpoznawanie niektórych tworzyw na podstawie badań systematycznych.

Lp	Rodzaj tworzywa	Zachowanie się próbki podczas ogrzewania w rurce szklanej	Odczyn wydzielających się gazów	Zachowanie się tworzywa podczas ogrzewania w płomieniu	Wygląd płomienia	Zapach wydzielających się gazów podczas ogrzewania w rurce lub po zgaszeniu zapalanej płomieniem próbki
1	Fenoplasty Żywyce Tłoczywa	topi się rozkłada się topi się i następnie rozkłada ciemnieje, rozkłada się i topi dodatkowe zjawiska towarzyszące	alkaliczny obojętny słabo kwaśny silnie kwaśny	nie pali się pali się w płomieniu, gaśnie poza płomieniem po zapaleniu pali się dalej samo pali się gwałtownie	Wzrost płomienia	
2	Poliwęglany	x	(x)	x	w przypadku palących się tworzyw płomień jasny, kopcący	fenolu, formaldehydu, ewentualnie amoniaku
3	Silikony	staje się ciągliwe	x	x	Świecący kopcący	zbliżony do fenolu
4	Poliestry	nie zmienia się		x	w małym płomieniu bez zmiany w silnym białym sadze	przeważający hiacyntu

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKII CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

13	12	11	10	9	8	7	6	5
Polistyren	Aminoplasty tworzywa mącznikowe, melaminowe	Polimeta- krylany	Polichlorek winylu	Teflon	Polietylen	Poliamidy	Poliuretany	Epoksydy
				(x)	x			
	x	x	x	x				
		x				x		
x								x
Odparowuje i żółknie	ciemnieje w czasie rozkładu	Odparowuje i trzeszczy	Rozkłada się z barwą ciemnobrunatną	rozkład i topnienie przy silnym ogrzewaniu	b. łatwo topi się	jw.	topnienie i rozkład	
	x					x	x	(x)
x		x			x			x
			x	x				
	x							
x		x			x	x	x	x
Świecący, silnie kopcący	białe brzegi	świecący, trzeszczący	żółty, zielony na brzegach, białe dymy, zielone iskry	bez zmian	Świecący z niebieskim środkiem	jw.	świecący, niebieskawy z żółtym brzegiem	świecący, kopcący
hiacyncytu	amoniaku, amin, b. przykry	owocowy (estrowy)	chlorowodoru	w czerwonym żarze ostry HF	palonej parafiny	podobny do palonego rogu	ostry, nieprzyjemny	fenolu

LABORATORIUM MATERIAŁOZNAWSTWA I OBRÓBKIE CIEPLNEJ
Ćwiczenie nr 12: Tworzywa polimerowe.

14	Poliocetan winylu	x	(x)			brunatnieje									x		świecący, kopący	kwasu octowego
15	Polialkohol winylowy				x	-			x						x		jw.	drażniący błony śluzowe
16	Azotan celulozy		x			gwałtowny rozkład					x				x		gwałtowny, brunatne	tlenków azotu lub kamfory

3. Odporność chemiczna.

Ok. 0,2g tworzywa umieszczamy w probówce i zalewamy kilkoma cm³ rozpuszczalnika organicznego lub nieorganicznego. Próbę wykonujemy w czasie ok. 30min. W razie potrzeby ogrzewamy próbkę w łaźni wodnej. Określamy czy badana próbka rozpuszcza się, pęcznieje, zmydla się, itp.

Identyfikacja na podstawie analizy fluorescencyjnej

Polega na identyfikacji tworzyw sztucznych na podstawie barwy fluorescencyjnej (tab. 5), wywołanej naświetleniem promieniami nadfioletowymi o długości fali 1800 + 4000 Å (lampa rtęciowa z filtrem eliminującym światło widzialne).

Tabela 5. Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie analizy fluorescencyjnej.

Barwa zasadnicza	Intensywność odcieni	Polimer
Fioletowo - niebieska	intensywny, błyszczący przewaga fioletu	fenoplasty polimery i kopolimery butadienu
Niebieska	intensywny, białawy biały, niebieskawy biały, niebieskawy, brudny niebieski, słaby niebieski, seledynowy	polioctan winylu, poliwinylformal aminoplasty, poliamidy polimetakrylan metylu octan celulozy, gliptale
Żółta	błyszczący, jasny, brązowy	polichlorek winylu
Biała	błyszczący	poliakrylonitryl, azotan celulozy polialkohol winylowy

Inne metody identyfikacji

Metody te wymagają kosztownej aparatury i mogą być wykonane tylko w wyspecjalizowanych placówkach. Do metod tych: należą: chromatografia gazowa produktów suchej destylacji, analiza widmowa w podczerwieni, analiza widmowa w nadfiolecie.

Przebieg ćwiczenia

W czasie ćwiczenia należy wykonać następujące zadania:

1. Omówić podstawowe rodzaje tworzyw sztucznych, ich właściwości i zastosowanie.
2. Omówić metody identyfikacji tworzyw polimerowych.
3. Przeprowadzić identyfikacje tworzyw polimerowych.

Literatura

1. Wykłady „Nauka o materiałach”;
2. Przybyłowicz K. „Metaloznawstwo”;
3. Brunon K. „Tworzywa sztuczne”;
4. Sęk D., Włochowicz A. „Chemia polimerów i polimery biodegradowalne”;
5. Witek E. „Tworzywa sztuczne”

UWAGA:

Przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia student zobowiązany jest zapoznać się z przepisami BHP