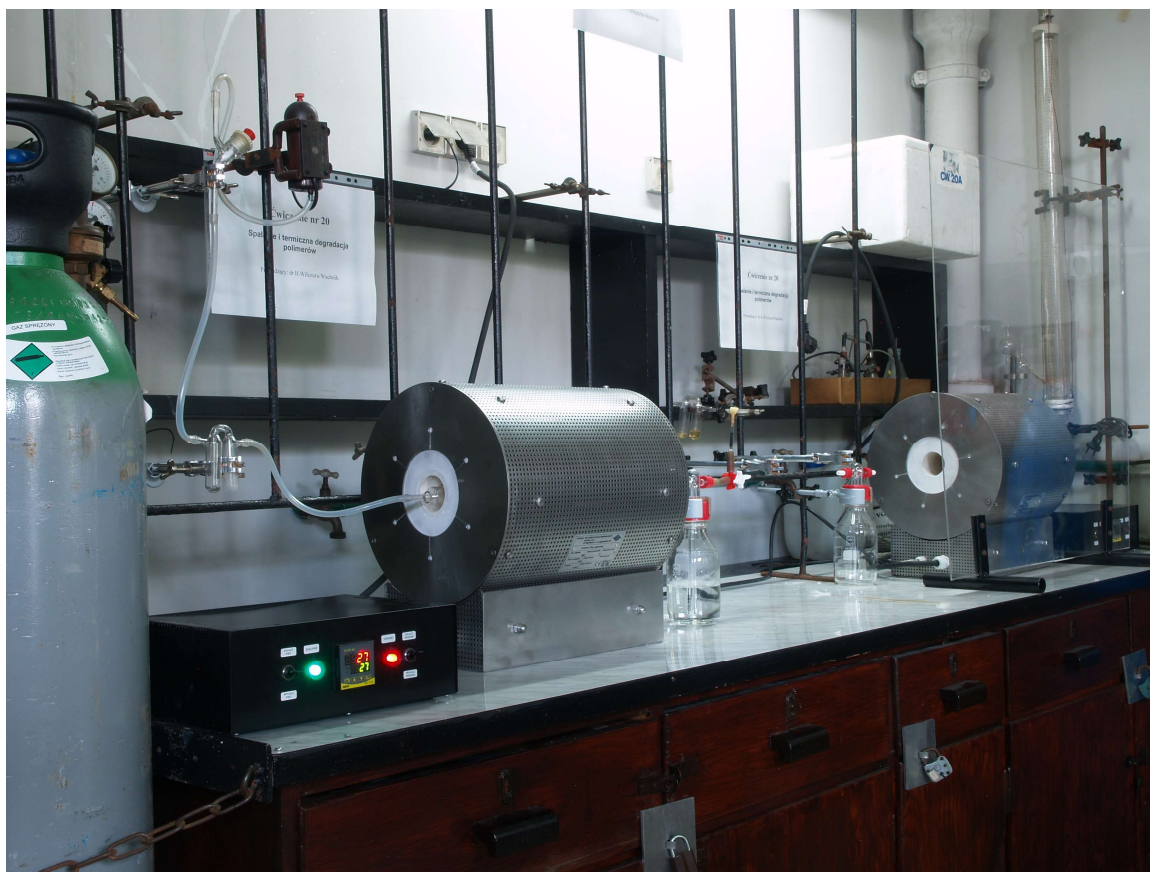


Pracownia **Utylizacja Odpadów i Ścieków**

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA

Produkty spalania syntetycznych polimerów organicznych jako źródło zanieczyszczenia powietrza

Część II



Opracowała dr Hanna Wilczura-Wachnik

Uniwersytet Warszawski
Wydział Chemii
Zakład Dydaktyczny Chemii Organicznej i Technologii Chemicznej

Tworzywa sztuczne obecne w naszym życiu codziennym są użyteczne, ale mogą być także źródłem zagrożeń dla szeroko rozumianego środowiska naturalnego. Po spełnieniu swojej funkcji użytkowej zwykle trafiają na wysypiska odpadów. Ponieważ w ogromnej większości nie ulegają biodegradacji, stanowią coraz poważniejszy problem szczególnie na obszarach o wysokim wskaźniku zurbanizowania. Powtórny przerób tzw. recykling tworzyw sztucznych od szeregu lat proponuje się jako efektywny sposób zapobiegania zbytniemu gromadzeniu tego typu odpadów na wysypiskach. Metoda ta, nie stała się dotychczas powszechną zapewne z powodu kłopotliwego w realizacji selekcjonowania zużytych wyrobów z tworzyw sztucznych.

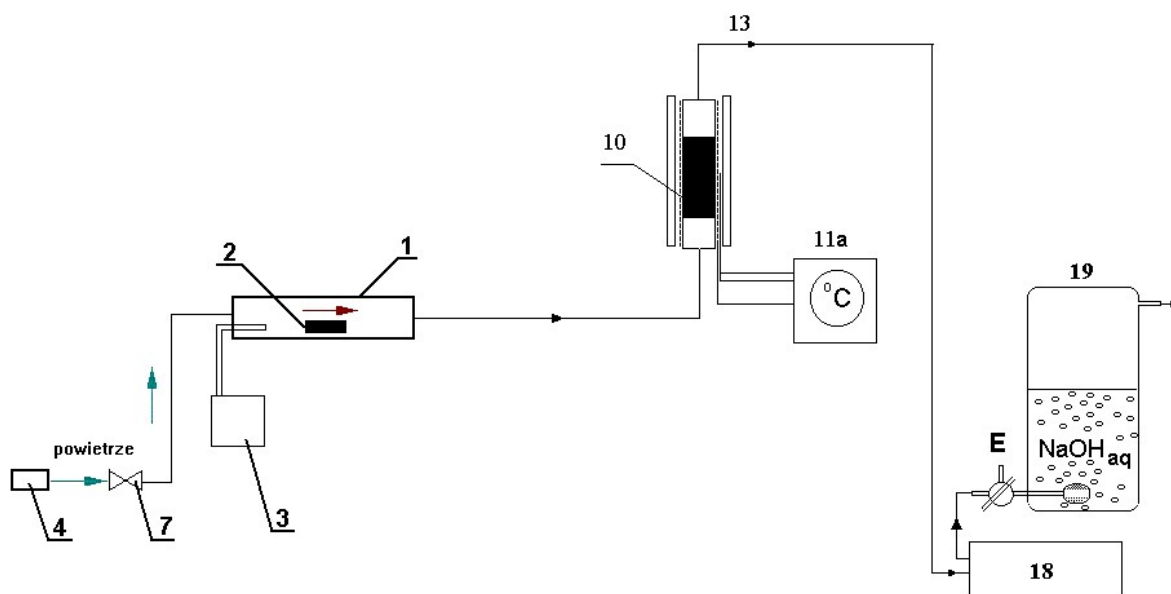
W dalszym ciągu najpowszechniej stosowaną metodą utylizacji tworzyw sztucznych jest spalanie. Proces spalania pozwala z jednej strony pozbyć się znacznych ilości odpadków z wysypisk śmieci z drugiej jednak strony stanowi poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego ze względu na substancje toksyczne emitowane do otoczenia podczas jego przebiegu. Do najbardziej niebezpiecznych pod względem toksyczności produktów spalania i rozkładu różnych tworzyw sztucznych należą: CO, HCN, HCl, NO_x oraz CO₂. Inne produkty wydzielające się podczas spalania tworzyw sztucznych to na przykład: fosgen, HBr, nitrozwiazki, nienasycone związki organiczne, chlorowcopochodne organiczne, alkohole, aldehydy. Mają one silne własności toksyczne jednak ich udział procentowy w produktach spalania tworzyw sztucznych jest niewielki i dlatego nie są zaliczane do podstawowych produktów termicznego rozkładu i spalania tego typu materiałów.

Celem ćwiczenia jest przeprowadzenie spalania i/lub degradacji termicznej próbek wybranych polimerów a następnie analiza CO₂ metodą Wardena ocena jakościowa i ilościowa pozostałości.

Opis aparatury

Rysunek 1 przedstawia schemat aparatury do badania spalania/termicznej degradacji polimerów. Składa się ona pieca wyposażonego w rurę kwarcową (1); kuwety kwarcowej (2), w której umieszcza się próbkę polimeru; układu zasilania i regulacji temperatury pieca (3); układu regulacji temperatury dopalacza (11a) pompki pneumatycznej dozującej powietrze lub butli z gazem obojętnym (4); kranów (7 i E); dopalacza (10); przewodu (13) transportującego strumień gazów (CO₂) do absorbera (19) wypełnionego roztworem NaOH; pompy perystaltycznej (18).

Rysunek 1. Schemat aparatury



Wykonanie ćwiczenia

Proces spalania/degradacji termicznej polimeru przeprowadza się w rurze kwarcowej o długości ~350 mm i średnicy ~45 mm. Próbkę polimeru o danej masie (masę próbki podaje prowadzący ćwiczenie) należy równomiernie rozłożyć w naczynku kwarcowym (2), a następnie całość umieścić w piecu (1). Proces przeprowadzany jest kolejno:

- 1) w atmosferze powietrza;
- 2) w strumieniu gazu obojętnego (Ar).

Gazy tworzące atmosferę procesu doprowadzane są do układu pompką przeponową lub odpowiednim przewodem z butli w przypadku Ar (4). Zasilanie grzania pieca i regulację temperatury zapewnia układ (3).

Strumień gazów emitowanych w czasie spalania polimeru kierowany jest do dopalacza (10), którym jest rura kwarcowa wypełniona wiórkami metalicznej miedzi. Temperaturę w dopalaczu reguluje się układem zasilania i regulacji 11a. Po otwarciu kranu (E) i uruchomieniu pompy perystaltycznej (18) strumień gazów opuszczających dopalacz przewodem (13) doprowadzany jest do absorbera (19) wypełnionego 300mL 0.1M roztworu NaOH. Pompa perystaltyczna (18) zapewnia całkowite przeniesienie gazów z dopalacza do absorbera.

Po zakończeniu eksperymentu należy wyłączyć zasilanie grzania dopalacza, wyłączyć zasilanie grzania pieca i odłączyć absorber od instalacji. Wyłączyć pompę perystaltyczną (18), zamknąć kran (E), odłączyć dopalacz (10) od instalacji. Po ostudzeniu wnętrza pieca ostrożnie wyjąć kuwetę i zważyć. Zawartość kuwety obejrzeć i opisać. Zawartość absorbera (19) przenieść ilościowo do kolby miarowej,

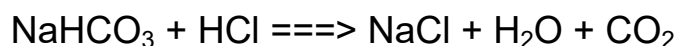
dopełnić do kreski wodą destylowaną i starannie wymieszać zawartość kolby. Metodą pośrednią oznaczyć zawartość CO₂ w strumieniu gazów opuszczających piec. Metoda polega na oznaczeniu zawartości Na₂CO₃ w ługu metodą Warden'a. Próbki badanego roztworu (10mL) miareczkuje się wobec fenoloftaleiny i oranżu metylowego 0.1M roztworem HCl.

Metoda Warden'a:

Pierwsze miareczkowanie wykonuje się wobec fenoloftaleiny do odbarwienia się roztworu. Odmiareczkuje się przy tym całą ilość NaOH i połowa węglanu (węglan przechodzi w kwaśny węglan):



Następnie dodaje się do badanego roztworu oranżu metylowego i miareczkuje roztworem HCl do pierwszej zmiany barwy wskaźnika. Zachodzi wówczas reakcja:



Jeśli na pierwsze miareczkowanie wobec fenoloftaleiny schodzi a [mL] HCl , na drugie wobec oranż metylowego b [mL] , to zawartość Na₂CO₃ w NaOH można policzyć według wzoru:

$$X = b * C_M * 0.106 * 50$$

C_M – stężenie molowe roztworu HCl

0.106 – masa molowa Na₂CO₃

Uwaga! Miareczkowanie należy prowadzić bardzo powoli, mieszając roztwór i przez cały czas chłodząc go w lodzie z NaCl. Koniec biurety powinien znajdować się jak najbliżej powierzchni roztworu.

Po odbarwieniu roztworu odczytać objętość kwasu - **a** [ml]. Dodać do roztworu 2 krople oranżu metylowego (żółte zabarwienie roztworu) i miareczkować roztworem HCl do zmiany barwy na kolor pomarańczowy. Odczytać objętość kwasu - **b** [ml]. **Uwaga!** Ta część miareczkowania powinna być przeprowadzona bardzo powoli - należy dodawać po kropli kwasu, chłodząc miareczkowany roztwór i mieszając.

Po zakończeniu miareczkowania obliczyć ilość CO₂ powstałego podczas spalania próbki polimeru.

*Instrukcja obsługi układu zasilania i regulacji temperatury pieca (3) dołączona jest do instrukcji ćwiczenia.

Opracowanie wyników

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać: cel ćwiczenia, wstęp teoretyczny, krótki opis wykonanego eksperymentu, schemat aparatury, obliczenia, dyskusję otrzymanych wyników i wnioski.