

# Metody otrzymywania oktogenu

Zygmunt MATYS, Dorota POWAŁA, Andrzej ORZECOWSKI, Andrzej MARANDA – Instytut Przemysłu Organicznego, Warszawa

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2012, 66, 1, 58-63

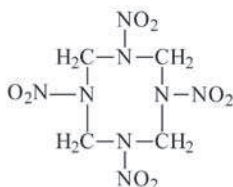
## Wprowadzenie

Oktogen – cyklotetrametylentetranitroamina (HMX), to wysokoenergetyczny materiał wybuchowy kruszący, produkowany w Polsce, charakteryzujący się dużą szybkością detonacji i wysoką termostabilnością. Ze względu na swoje wysokie parametry użytkowe znajduje on wszechstronne zastosowanie zarówno w technice wojskowej jak i cywilnej. Polska jest jednym z niewielu krajów na świecie, w których oktogen jest produkowany w skali przemysłowej. Produkcja ta prowadzona jest według oryginalnej metody opracowanej w Instytucie Przemysłu Organicznego w Warszawie. W placówce tej prowadzi się dalsze badania nad syntezą tego związku.

## Charakterystyka oktogenu

Nazwa chemiczna: 1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetraazo-cyklooktan, oktahydro-1,3,5,7-tetranitrotetraazyna

Wzór strukturalny:



Wzór sumaryczny: C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>N<sub>8</sub>O<sub>8</sub>

Oktogen jest ciałem stałym, krystalicznym, koloru białego. Występuje w czterech polimorficznych postaciach krystalicznych: alfa, beta, gama, delta, o odmiennych właściwościach fizycznych. Znaczenie praktyczne ma tylko odmiana beta oktogenu, stabilna w temperaturze pokojowej. Po raz pierwszy, oktogen został wyodrębniony jako zanieczyszczenie heksogenu. Dopiero w latach 60 ub.r. zwrócono większą uwagę na oktogen, po stwierdzeniu lepszego efektu przebiecia pociskami kumulacyjnymi elaborowanymi oktogenem, w porównaniu do heksogenu. Zastosowanie oktogenu w mieszaninach wybuchowych wpływa na zwiększenie prędkości detonacji, kruszości i termostabilności. Obliczone ciepło wybuchu oktogenu wynosi 5679 J/g. Prędkość detonacji oktogenu 9124 m/s przy gęstości 1,84 g/cm<sup>3</sup>. Zdolność wykonania pracy mierzona w bloku Trauzla wynosi 145% w stosunku do trotylu. Oktogen charakteryzuje się dużą odpornością termiczną, gdyż temperatura topnienia wynosi 278,5°C–280°C.

## Metody otrzymywania oktogenu

Otrzymywanie oktogenu polega głównie na nitrolizie urotropiny. Oktogen i heksogen otrzymuje się z tych samych surowców, a różnice efektów osiąga się za pomocą zmiany stosunku reagentów, kolejności ich dozowania oraz temperaturowych warunków syntezy. Nitroliza urotropiny w ostrych warunkach prowadzi do tworzenia głównie sześcioczłonowej pierścieniowej polinitroaminy – heksogenu. W łagodniejszych warunkach tworzy się ośmioczłonowy pierścień polinitroaminy – oktogen. Warunki temperaturowe i środowisko syntezy oktogenu w większości przypadków prowadzą do powstania oktogenu w polimorficznej formie alfa, co w procesach o znaczeniu praktycznym wymaga przeprowadzenia operacji przejścia formy alfa w formę beta.

Produktem pośrednim nitrolizy urotropiny do oktogenu jest dinitropentametynetetraamina (DPT).

Istnieje kilka wariantów syntezy oktogenu:

- bezpośrednia, jednoetapowa synteza z urotropiny
- dwuetapowa synteza oktogenu z urotropiny z wydzieleniem produktu pośredniego (DPT)
- dwuetapowa synteza oktogenu z urotropiny bez wydzielenia produktu pośredniego (DPT).

Znane są także metody z wykorzystaniem innych niż urotropina substancji wyjściowych do otrzymywania oktogenu i DPT; nie mają one jednak praktycznych znaczeń. Większość ze znanych metod otrzymywania oktogenu przebiega w środowisku kwasu octowego i bezwodnika octowego.

W dalszej części przedstawiono dwie różne metody otrzymywania oktogenu, opracowane w Instytucie Przemysłu Organicznego w Warszawie.

## Dwuetapowa synteza oktogenu z urotropiny z wydzieleniem produktu pośredniego (DPT) przebiegająca w środowisku niezawierającym kwasu i bezwodnika octowego

Opracowana metoda otrzymywania oktogenu polega na dwuetapowej syntezie z wydzieleniem produktu pośredniego – DPT.

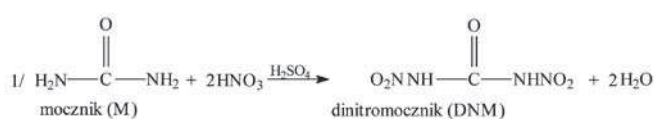
Etap pierwszy polega na otrzymywaniu DPT w wyniku następujących reakcji:

- nitrowanie mocznika
- reakcja dinitromocznika (DNM) z urotropiną (HMTA)
- cyklizacja liniowych nitroamin z amoniakiem do DPT.

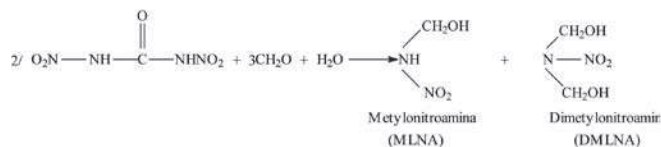
Etap drugi stanowi otrzymywanie HMX w wyniku następujących reakcji:

- nitroliza DPT
- tzw. krystalizacja utleniająca.

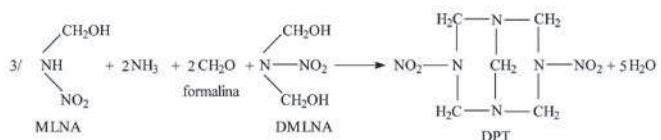
Główna reakcja zachodząca w trakcie nitrowania mocznika, to:



W następnym etapie zachodzi reakcja dinitromocznika z urotropiną, poprawniej z formaldehydem tworzącym się z urotropiny:



Cyklizacja liniowych nitroamin przebiega według reakcji:





## Podsumowanie

Otrzymywanie oktogonu jest procesem złożonym, ze względu na fakt tworzenia się różnych produktów z tych samych surowców, co jest szczególnie niekorzystne przy prowadzeniu procesu w skali przemysłowej. Tym bardziej godne podkreślenia jest to, że w Polsce opracowano i wdrożono do praktyki przemysłowej oryginalną metodę otrzymywania oktogonu.

Inż. Zygmunt MATYS jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej. Jest autorem 17 artykułów, 6 patentów. Uczestniczył także w wielu konferencjach i sympozjach tak krajowych jak i zagranicznych. Jest wieloletnim pracownikiem Instytutu Przemysłu Organicznego w Warszawie, gdzie zajmuje się głównie syntezą i technologią materiałów wybuchowych.

Dr inż. Dorota POWAŁA jest absolwentką Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (2001). Doktorat w Głównym Instytucie Górnictwa (2010). Obecnie pracuje w Instytucie Przemysłu Organicznego w Zakładzie Materiałów Wysokoenergetycznych. Zainteresowania naukowe: technologia i badania materiałów wybuchowych. Jest współautorem 41 publikacji, 19 referatów i posterów na konferencjach krajowych i zagranicznych.

Dr inż. Andrzej ORZECZOWSKI jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (1993). Doktorat w Głównym Instytucie Górnictwa (2005). Obecnie pracuje w Instytucie Przemysłu Organicznego pełniąc funkcję Kierownika Zakładu Materiałów Wysokoenergetycznych. Zainteresowania naukowe: technologia i badania materiałów wybuchowych. Jest współautorem 46 publikacji, 24 referatów i posterów na konferencjach krajowych i zagranicznych.

Prof. dr hab. inż. Andrzej MARANDA jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (1971). Obecnie pracuje w Wojskowej Akademii Technicznej i Instytucie Przemysłu Organicznego. Zainteresowania naukowe: chemia, technologia i zastosowanie materiałów wybuchowych, ochrona środowiska. Jest autorem i współautorem pięciu monografii, dwudziestu patentów, ponad pięciuset artykułów, referatów i posterów na konferencjach krajowych i zagranicznych.

## Expochem 2012

Katowice, 29 lutego i 1 marca 2012 r.

Targi EXPOCHEM 2012 są przygotowywane we współpracy z Polską Izbą Przemysłu Chemicznego oraz Radą Programową Targów, której przewodniczy Prezes Zarządu Polimex - Mostostal S.A. – Pan Konrad Jaskóła EXPOCHEM od pierwszej edycji targów organizowany jest pod patronatem Ministerstwa Gospodarki oraz Ministerstwa Skarbu Państwa.

### Komitet Honorowy EXPOCHEM 2012:

- prof. dr hab. Barbara Kudrycka - Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego
- Adam Matusiewicz - Marszałek Województwa Śląskiego
- Bożena Lublińska-Kasprzak - Prezes Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości
- Dr Alicja Adamczak - Prezes Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej
- Sławomir Majman - Prezes Zarządu Polskiej Agencji Informacji i Inwestycji Zagranicznych
- prof. dr hab. inż. Krzysztof Jan Kurzydłowski - Dyrektor Narodowego Centrum Badań i Rozwoju
- Wojciech Lubiewa-Wieleżyński - Prezes Zarządu Polskiej Izby Przemysłu Chemicznego
- prof. dr hab. Janusz Lipkowski - Przewodniczący Komitetu Chemii Polskiej Akademii Nauk
- Tadeusz Donocik - Prezes Regionalnej Izby Gospodarczej w Katowicach
- prof. Leszek Rafalski - Przewodniczący Rady Głównej Instytutów Badawczych
- prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś - Rektor Akademii Górniczo-Hutniczej
- prof. dr hab. inż. Andrzej Karbownik - Rektor Politechniki Śląskiej
- prof. dr hab. inż. Jacek Kijeński - Prezes Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego

### W programie EXPOCHEM'2012 m.in:

- Konferencja „Konsolidacja chemii w Polsce” z udziałem przedstawicieli administracji rządowej i środowisk gospodarczych, biznesu, mediów
- Konferencja „Energetyka Przemysłowa w Chemii”

- Konferencja „Obrót i zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin i nawozów”
- Sympozjum „Przemysł chemiczny w Polsce – międzynarodowa współpraca i rozwój”
- Konferencja „Strategia dostaw surowców petrochemicznych i odnawialnych”
- Konferencja „Utrzymanie ruchu w przemyśle chemicznym - wpływ optymalnej obsługi technicznej i remontowej na optymalizację marży i minimalizację kosztów”
- Konferencja „Rozwój innowacji poprzez wdrożenia wyników badań - szanse i bariery, sprawne mechanizmy finansowe”.

Podczas EXPOCHEM odbędzie się konkurs dla wystawców prezentujących nowoczesne technologie i innowacyjne rozwiązania dla przemysłu chemicznego. Zgłoszone produkty i usługi oceniane będą przez jury i nagradzane medalami podczas uroczystej gali. Do udziału w konkursie innowacji zapraszamy m.in. uczelnie, instytuty badawcze i naukowe, centra innowacji i transferu technologii, biura projektowe oraz przedsiębiorstwa innowacyjne.

Cztery poprzednie edycje Targów i Konferencji EXPOCHEM, na których obecni byli liderzy rynku, firmy i instytucje stanowiące o rozwoju rynku przemysłu chemicznego w Polsce, potwierdziły potrzebę zorganizowania tego przedsięwzięcia ponownie.

### Kontakt:

tel. +48 22 849 60 06 wew.128; fax: +48 22 849 35 84  
e-mail: expochem@ztw.pl  
Zarząd Targów Warszawskich S.A., ul. Puławska 12A/3  
02-566 Warszawa

### Organizatorzy Konferencji:

- Polskie Towarzystwo Spektrometrii Mas,
- Instytut Chemii Bioorganicznej PAN
- Niemieckie Towarzystwo Spektrometrii Mas.
- Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego.

(<http://ptsm.ibch.poznan.pl>, 15.12.2011)