

dr hab. inż. Marcin Wilk  
ul. Kilińskiego 37  
24-100 Puławy

### **Recenzja rozprawy doktorskiej**

**Pana mgr. inż. Macieja Kaniewskiego**

**pt. „Uwarunkowania techniczne i technologiczne zastosowania azotanu amonu w produkcji nawozów wieloskładnikowych”**

#### **1. Podstawa prawna recenzji**

Recenzja została wykonana na zlecenie Prorektora ds. Nauki Politechniki Wrocławskiej, pismo W3/4020-23/2020 z dnia 9.10.2020 r., w oparciu o decyzję Komisji ds. Stopni Naukowych w Dyscyplinie Inżynieria Chemiczna w Politechnice Wrocławskiej z dnia 30.09.2020 r., zgodnie z Ustawą o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w zakresie Sztuki z dnia 14.03.2003 r. (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z 2003 r. z późniejszymi zmianami)), na podstawie otrzymanej rozprawy doktorskiej pt. „Uwarunkowania techniczne i technologiczne zastosowania azotanu amonu w produkcji nawozów wieloskładnikowych” w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie technologia chemiczna.

#### **2. Informacje ogólne**

Rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Promotorem pracy jest Pan prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann. Rozprawa składa się z 14 rozdziałów ilustrowanych licznymi schematami, rysunkami i tabelami. Podejmuje bardzo ważny problem bezpieczeństwa przechowywania i stosowania azotanu amonu. Ze względu na możliwość niekontrolowanego i gwałtownego rozkładu konieczne jest poszukiwanie dodatków wpływających na poprawę stabilności termicznej azotanu amonu. Szczególnie podczas jego stosowania jako składnika nawozów wieloskładnikowych. W przeszłości azotan amonu był przyczyną katastrof, w wyniku których zanotowano wiele ofiar śmiertelnych oraz dużych strat materialnych. Ostatnią taką katastrofą była eksplozja w Bejrucie, do której doszło 4 sierpnia 2020 r. W wyniku eksplozji liczba ofiar śmiertelnych wyniosła 204 osoby, ponad 6500 odniosło obrażenia a straty materialne

szacowane są na ponad 10 mld dolarów. Przyczyną eksplozji był wybuch 2750 ton azotanu amonu przechowywanego w magazynie portowym. Szacuje się, że była to jedna z najsilniejszych eksplozji nienuklearnych spowodowanych przez człowieka.

### **3. Ocena rozprawy doktorskiej**

W części teoretycznej, opisanej w rozdziale 3, Autor omówił procesy otrzymywania azotanu amonu i nawozów wieloskładnikowych. Całość napisana jest zwięźle i klarownie. Omówiono różnice pomiędzy poszczególnymi technologiami oraz ich zalety i wady, co świadczy o dobrej znajomości procesów technologicznych. Autor posiada również szeroką wiedzę dotyczącą nawozów wieloskładnikowych wytwarzanych na bazie azotanu amonu w Polsce i na świecie. Z części teoretycznej wynika, że problem wytwarzania bezpiecznych nawozów wieloskładnikowych zawierających azotan amonu wymaga dalszych badań. Szczególnie wpływu soli chlorkowych na stabilność termiczną wytworzonych nawozów. Do realizacji tego celu konieczne było zastosowanie odpowiedniej metody badawczej. Po omówieniu różnych technik badawczych Autor wybrał różnicową analizę termiczną sprzężoną z termogravimetrią i spektrometrią mas. Technika ta umożliwia ocenę stabilności termicznej zarówno mieszanin badawczych jak i handlowych nawozów wieloskładnikowych.

Cel pracy był realizowany bardzo konsekwentnie, od badań stabilności nawozowego azotanu amonu, odczynnikowych mieszanin dwuskładnikowych i wieloskładnikowych, aż do mieszanin zawierających składniki nawozowe oraz mikroelementy. Po zakończeniu każdego etapu badań typowany był zakres badań w kolejnym etapie. W wyniku realizacji takiej koncepcji uzyskano jasny obraz uwarunkowań technicznych i technologicznych wytwarzania nawozów wieloskładnikowych z azotanem amonu. Istotnym walorem pracy jest ocena bezpieczeństwa zastosowania wybranych mieszanin stabilizujących w produkcji nawozów wieloskładnikowych na bazie azotanu amonu oraz opracowanie prostych modeli. Może to być przydatne podczas prac, których celem będzie uruchomienie wytwarzania stabilnych mieszanin czteroskładnikowych, poprzez uprzednie szacowanie istotnych parametrów termicznych. Efektem pracy są również zalecenia dotyczące metodyki projektowania nawozów wieloskładnikowych na bazie azotanu amonu, które mogą być pomocne podczas przemysłowej produkcji oraz do spełnienia wymogów narzuconych przez Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. Zgadzam się z Autorem, że wyniki badań układów czteroskładnikowych z chlorkiem potasu nie są jednoznaczne i konieczne są dalsze poszukiwania dodatków stabilizujących do nawozów wieloskładnikowych zawierających chlorki.

Pracę oceniam jako bardzo dobrą.

#### 4. Uwagi szczegółowe do pracy

1. Opisy technologii wytwarzania surowców do produkcji azotanu amonu, amoniaku i kwasu azotowego są przedstawione w znacznym uproszeniu. W opisie technologii wytwarzania kwasu azotowego należałoby dodać, że utlenianie amoniaku prowadzone jest w temperaturze 750-950 °C, w zależności od ciśnienia procesu. Autor wymienił tylko instalacje jednocisnieniowe. Współczesne instalacje kwasu azotowego o dużej zdolności produkcyjnej są budowane jako dwucisnieniowe, 0,35-0,6 MPa w węźle utleniania amoniaku i 0,9-1,5 MPa w węźle absorpcji tlenków azotu.
2. W opisach wyników badań wpływu dodatków na rozkład azotanu amonu Autor w większości testów podawał wnioski z interpretacji uzyskanych krzywych DTA-TG. Jednak dla 23 testów takich wniosków nie przedstawił. Natomiast w podsumowaniu zostały przedstawione wnioski z poszczególnych etapów badań.
3. Zdarzają się błędy edytorskie, ale jest ich niewiele:
  - na stronie 23 jest 01% mas., powinno być 0,1% mas.
  - na stronie 30 ciśnienie jest w atm, powinno być w MPa.

Powyższe uwagi krytyczne w niczym nie umniejszają wartości rozprawy, którą oceniam jako bardzo dobrą. Ponadto Autor posiada znaczny dorobek publikacyjny, w tym związany z tematyką rozprawy doktorskiej, co również świadczy o jego dużej wiedzy w dyscyplinie technologia chemiczna.

#### 5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w zakresie Sztuki z dnia 14.03.2003 r. (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z 2003 r. z późniejszymi zmianami).

**Wnioskuje o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Macieja Kaniewskiego i dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

**Recenzowana praca stanowi oryginalne studium z zakresu technologii chemicznej i zasługuje na wyróżnienie.**

