

Przetwarzanie niezdatnych do spożycia olejów spożywczych – wybrane zagadnienia w obszarze zautomatyzowanych reaktorów, z możliwościami analitycznymi i charakterystyką materiałową - kalorymetrią różnicową DSC i analizą symultaniczną STA.

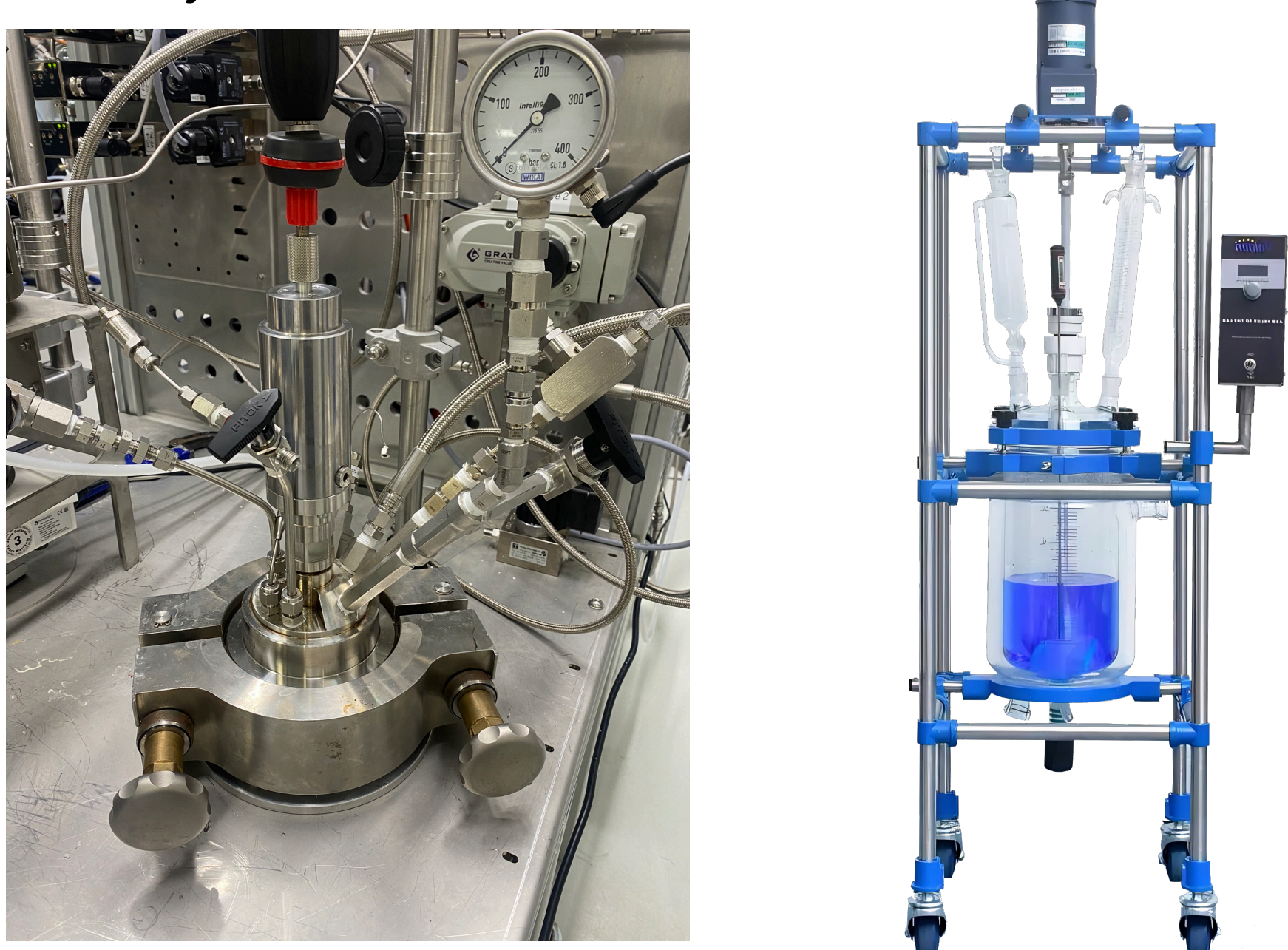
Cel

Celem było wstępne przeanalizowanie procesów przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych i przeprowadzenie testów wybranych procesów przy użyciu zaprojektowanych i wykonanych reaktorów chemicznych, które mogą pracować kaskadowo lub w dowolnej konfiguracji w zależności od aktualnego zapotrzebowania na dany proces badawczy.

W ramach prac badawczych przeanalizowano procesy transestryfikacji niezdatnych do spożycia olejów spożywczych oraz opracowano indywidualne rozwiązania technologiczne do zweryfikowania wykorzystania reaktorów w rzeczywistych warunkach pracy dla przeprowadzenia procesu wybranego rodzaju transestryfikacji. Przedmiotem badań było m.in. opracowanie systemu kontroli temperatury procesu, możliwości pracy w kontrolowanych ciśnieniach. Kontrola powyższych czynników ma istotny wpływ na wydajność i zakres produktów powstających w reakcjach przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych - transestryfikacji.

Projekt układu

System Macierz 9 (do 9 reaktorów kontrolowanych przez jedno oprogramowanie) został zaprojektowany i wykonany (rys. 1.), oraz zmodyfikowany do wybranych procesów przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych - transestryfikacji. Prace projektowe i modyfikacje miały na celu zapewnienie, że wykonane reaktory będą spełniać niezbędne wymagania związane z pracą z układami ciśnieniowymi i wymaganiami bezpieczeństwa. Układ można poszerzyć o zbiorniki szklane, charakterystykę materiałową w zakresie analizy termicznej DSC, TGA i STA.



Rys. 1. Wielozbiornikowy układ reaktorów ciśnieniowych, z oprzyrządowaniem dozującym, z możliwością dodania reaktorów szklanych, m.in. do wybranych etapów transestryfikacji

Zalety korzystania z reaktorów ciśnieniowych

- Praca w kontrolowanych warunkach precyzyjnie kontrolowanej temperatury i ciśnienia;
- Możliwość pracy w kontrolowanej atmosferze gazu obojętnego, reakcyjnego, wieloskładnikowego (%);
- Możliwość prowadzenia wielogodzinnych procesów bez nadzoru;
- Przyspieszenie przebiegu procesów reakcyjnych.

Zalety korzystania z systemu Macierz 9

- Interfejs przyjazny użytkownikowi;
- Możliwość nastawy kroków procesu;
- Możliwość prowadzenia procesów wieloetapowych w różnych zbiornikach;
- Dostępne różne opcje grzania, chłodzenia i mieszania i poboru próbek;
- Precyzyjne dozowanie gazów i cieczy pod kontrolowanym ciśnieniem.

Realizacja i wyniki

Po przeanalizowaniu procesów przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych wybrano proces transestryfikacji jako proces o potencjale zapotrzebowania dla przemysłu w formule dopracowanej z wykorzystaniem reaktorów chemicznych. Przeprowadzono testy wybranego typu transestryfikacji (rys. 2). Produkt przedstawiony został na rys. 3. Elastyczna konfiguracja zgodnie z zapotrzebowaniem opracowywanego wielokrokowego przetwarzania stanowi cenne źródło danych. Reaktory w systemie Macierz 9 pracują typowo z ciśnieniami konstrukcyjnymi do 100-200 bar, jednak możliwe są do zastosowania zbiorniki pracujące do 650 bar. Maksymalna temperatura pracy to 200°C, która wynika z zastosowanych uszczelnień. Ogrzewanie może być realizowane za pomocą standardowego płaszcza z grzałką oporową lub płaszcza do obiegu cieczy grzejno-chłodzącej. Naczynia reakcyjne występują w objętościach od 100 ml do 20 l (wymienne możliwość zwiększenia skali do 200 l). Mieszanie odbywa się za pomocą mieszadła mechanicznego, w przypadku mniejszych naczyń możliwa jest również opcja mieszania magnetycznego. Produkt może zostać poddany analizie materiałowej na każdym etapie przy zastosowaniu analizatorów m.in. termicznych – skaningowych kalorymetrów różnicowych DSC (rys. 3 górna część). Oleje wejściowe zostały przedstawione na rys. 3, produkt przedstawiono na rys. 4.



Rys. 2. Reaktory ciśnieniowe z oprzyrządowaniem dozującym MFC, pompami cieczowymi i układem analitycznym Macierz9.



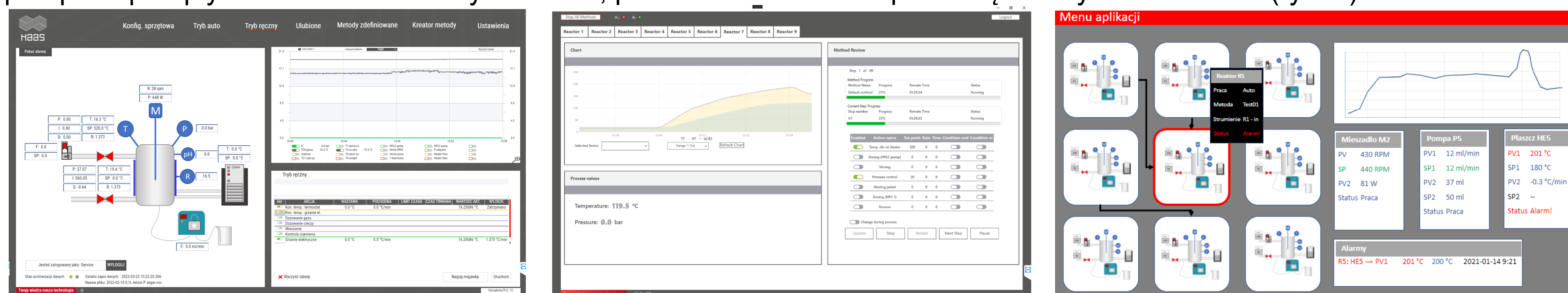
Rys. 3. Aparatura do analiz próbek z wybranych etapów transestryfikacji analiza termiczna STA – kalorymetr DSC z termogravimetrią TGA na górze; oleje poddane transestryfikacji - na dole.



Rys. 4. Produkt. przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych – po transestryfikacji.

Oprogramowanie

Dla przeprowadzenia transestryfikacji w procesach przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych zastosowano software systemu Macierz 9. Układ jest wyposażony w proste w obsłudze oprogramowanie, umożliwiające kontrolę i nastawę parametrów procesu oraz nastawę programów dla procesów wieloetapowych dla całego układu oraz każdego ze zbiorników z osobna. Program zapewnia możliwość nastawy wartości temperatury, prędkości mieszania, ilości dozowanego gazu lub cieczy oraz sterowanie elektrozaworami. System współpracuje z różnymi urządzeniami m.in. pompami przepływomierzami masowymi i MFM, próbkowaniem online pod zwiększonym ciśnieniami (rys. 5).



Rys. 5. Wybrane ekrany oprogramowania systemu procesowego - wieloreaktorowego – Macierz9 dla procesów przetwórstwa niezdatnych do użycia olejów.

Podsumowanie

W ramach projektu opracowano kroki procesu przetwarzania niezdatnych do spożycia olejów spożywczych wybranego typu transestryfikacji. Przeprowadzono proces transestryfikacji jako proces o potencjale zapotrzebowania dla przemysłu w formule dopracowanej, z wykorzystaniem układu reaktorów chemicznych. Przeprowadzono testy wybranego typu transestryfikacji której złożony proces przeprowadzono w dedykowanym układzie reaktorów chemicznych. Stworzono układ połączonych ze sobą reaktorów, obsługujący od 1 do 9 zbiorników ciśnieniowych, w których można prowadzić reakcje równoległe lub wieloetapowe. System umożliwi kontrolę ogrzewania/chłodzenia, mieszania i dozowania z poziomu przyjaznego użytkownikowi interfejsu graficznego.

Podziękowania

Część projektu współfinansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, podzadanie 1.1.1, nr umowy POIR.01.01.01-00-1481/19-00.