

Praca dyplomowa inżynierska

Badanie równowagi ekstrakcyjnej

Autor: Izabela Agnieszka Krasnodębska

Nr albumu: 228111

Promotor: dr inż. Piotr Machniewski

Rok akademicki: 2014/2015

Wprowadzenie

Główną inspiracją do powstania pracy była modernizacja stanowiska badawczego *Równowaga Ekstrakcyjna* w Laboratorium Termodynamiki Procesowej.

Metody ekstrakcyjne mają szerokie i ugruntowane zastosowania jako metody rozdzielania i oczyszczania zarówno w skali laboratoryjnej jak i w technologiach wielkoprzemysłowych, m.in. w przemyśle metalurgicznym, spożywczym, rafineryjnym, petrochemicznym, a także w ochronie środowiska. Prawidłowy projekt odpowiedniej aparatury do procesu ekstrakcji, oparty na obliczeniach bilansowych oraz kinetycznych, wymaga gruntownego zrozumienia i kompletnej znajomości rozpuszczalności i relacji równowagowych w układzie ekstrakcyjnym.

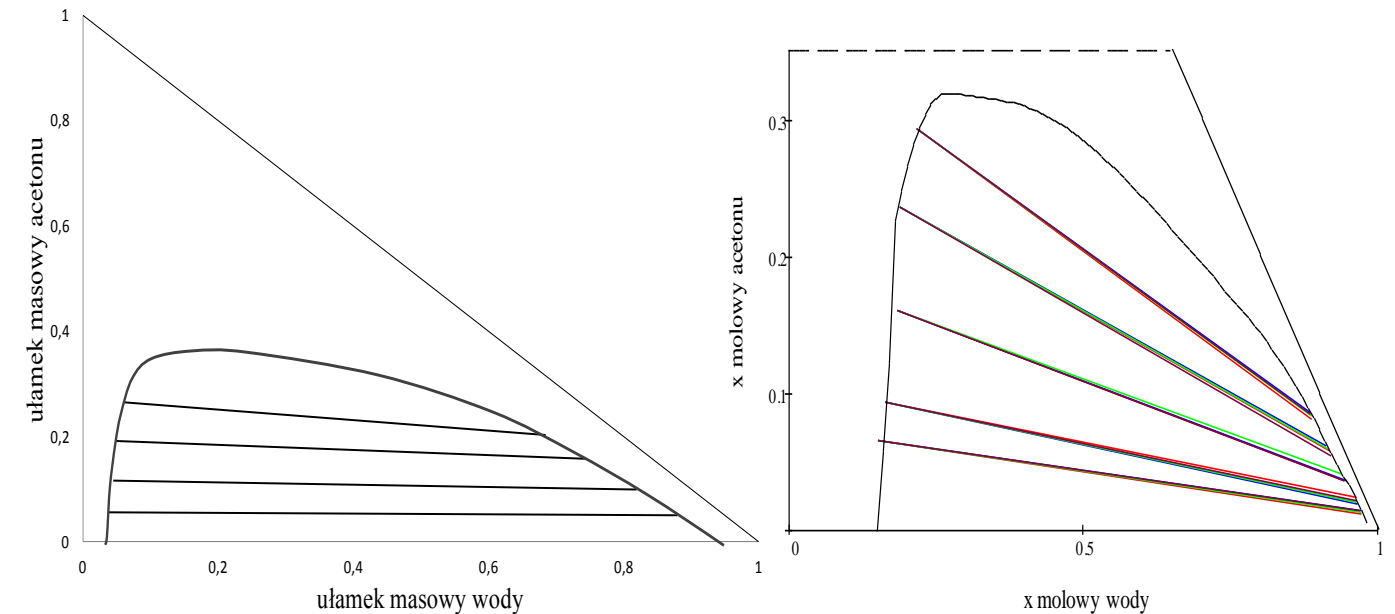
Cel i zakres pracy

Celem pracy jest zbadanie równowagi ekstrakcyjnej w układzie octan etylu – aceton – woda. Zakres pracy obejmuje:

- opracowanie metod analitycznych do pomiaru stężenia acetonu w badanym układzie,
- doświadczalne zbadanie przebiegu krzywej granicznej w układzie oraz zbadanie przebiegu cięciw równowagi przy wykorzystaniu modernizowanego stanowiska pomiarowego w Laboratorium Termodynamiki Procesowej,
- implementację komputerową modeli termodynamicznych do obliczania równowagi ekstrakcyjnej oraz weryfikację doświadczalną wyników obliczeń.

Równowaga ekstrakcyjna układu o ograniczonej mieszalności

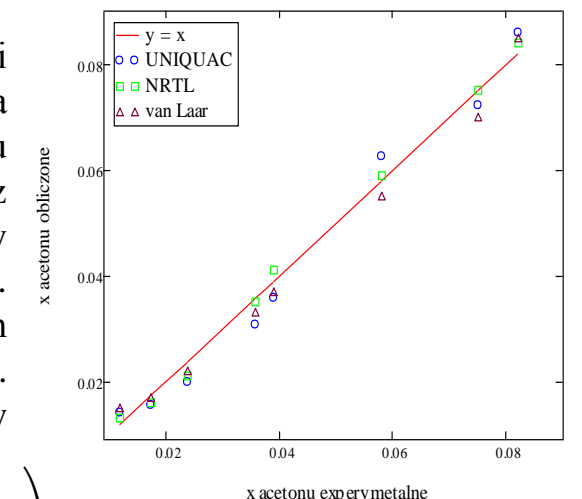
Przebieg krzywej granicznej badanego układu wyznaczono poprzez miareczkowanie roztworów jednofazowych dwuskładnikowych, trzecim składnikiem, do momentu pojawienia się drugiej fazy. Korzystając ze sporządzonych w ten sposób roztworów granicznych przygotowano krzywe wzorcowe umożliwiające oznaczenie zawartości acetonu w roztworach o nieznanym składzie metodą refraktometryczną, wykorzystywaną podczas ćwiczenia laboratoryjnego, oraz spektrofotometryczną. Na tej podstawie wyznaczano przebieg cięciw równowagi. Bezpośrednie pomiary składów na końcach cięciw wykonano także metodą chromatograficzną.



Rys.1. Przebieg krzywej granicznej i przykładowe cięciwy równowagi układu octan etylu-woda-aceton w temp. 20°C

— eksperymentalne
— UNIQUAC
— NRTL
— van Laar

Rys.2. Porównanie przykładów zmierzonych i obliczonych cięciw równowagi dla danych doświadczalnych



Rys.3. Porównanie obliczonych wartości ułamka molowego acetonu z danymi eksperymentalnymi

Modele termodynamiczne do obliczania równowagi ekstrakcyjnej

Modele wykorzystujące warunek równowagi termodynamicznej (równości aktywności składnika w obu fazach) polegają na wyznaczeniu współczynnika aktywności ułamkowej z odpowiednich półempirycznych równań. W pracy korzystano z modeli van Laara, NRTL, UNIQUAC. Parametry dobieralne w wymienionych równaniach obliczono na podstawie danych doświadczalnych. Wzór na współczynnik aktywności wyznaczany metodą NRTL:

$$\ln \gamma_i = \frac{\sum_j \tau_{ji} G_{ji} x_j}{\sum_l G_{li} x_l} + \sum_j \frac{G_{ji} x_j}{\sum_l G_{lj} x_l} \left(\tau_{ij} - \frac{\sum_k \tau_{kj} G_{ki} x_k}{\sum_l G_{lj} x_l} \right)$$

gdzie $G_{ji} = e^{-\alpha_{ji} \tau_{ji}}$

x_i – ułamki molowe, α_{ij} , τ_{ij} , τ_{ji} - parametry dobieralne dla każdej pary składników

Wnioski

Wyznaczony doświadczalnie przebieg krzywej granicznej i cięciw równowagi poprawnie opisuje równowagę ciecz – ciecz w układzie octan etylu – woda – aceton w 20°C. Najbardziej precyzyjną metodą analityczną oznaczania stężenia acetonu w badanym układzie jest metoda spektrofotometryczna. Wśród modeli opartych na obliczaniu współczynników aktywności ułamkowej składników najlepsze dopasowanie do danych doświadczalnych zaobserwowano w przypadku równań NRTL i Uniquac.