

Praca dyplomowa inżynierska

Badanie równowagi ciecż – para



Autor: Adrianna Marta Kruszyńska

Nr albumu: 277584

Promotor: dr inż. Piotr Machniewski

Rok akademicki: 2018/2019

Wprowadzenie

Badanie równowagi ciecż – para oraz umiejętność wyznaczania równowagowych składów faz odgrywa dużą rolę w przemyśle chemicznym m.in. w projektowaniu i kontroli procesów rozdzielania i oczyszczania substancji. Ze względu na konieczność stosowania w technologii, możliwie jak najczystszych surowców, stawia się duży nacisk na rozwój procesów oczyszczania i separacji składników mieszanin np. na drodze destylacji.

Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy jest opracowanie metodyki badania równowagi destylacyjnej dla układu aceton – woda i układu aceton – 1-propanol przy wykorzystaniu dydaktycznego zestawu pomiarowego w Laboratorium Termodynamiki Procesowej oraz ocena dokładności pomiarów na podstawie testu zgodności termodynamicznej wyników. Zakres pracy obejmuje:

- omówienie podstawowych zależności termodynamicznych;
- przegląd doświadczalnych metod wyznaczania równowagi ciecż – para;
- opis stanowiska badawczego oraz procedury prowadzonych badań;
- wyznaczenie krzywej kalibracyjnej dla badanych układów;
- wyznaczenie współczynników aktywności składników;
- sprawdzenie testu zgodności termodynamicznej wyników pomiarów;
- określenie modelowych równań dla roztworów dwuskładnikowych.

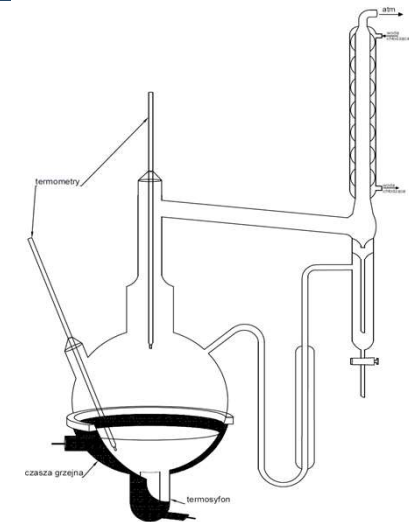
Część teoretyczna

Równowaga ciecż – para to rodzaj równowagi fazowej pomiędzy fazą ciekłą, a gazową (parową), która występuje gdy temperatura układu jest mniejsza od temperatury krytycznej każdego ze składników. Otrzymane w badaniach dane doświadczalne podlegają ocenie pod kątem poprawności termodynamicznej, a wyniki uznane za poprawne powinny być spójne termodynamicznie. Z wielu istniejących metod wyznaczania równowagi ciecż – para wyróżniono ich dwie podstawowe grupy: metody statyczne oraz metody dynamiczne. Wszystkie pomiary równowagi przeprowadzane są w ściśle określonych warunkach temperatury oraz ciśnienia.

Część doświadczalna

Jak przedstawiono na Rysunku 1 głównym elementem układu badawczego jest zmodyfikowany aparat Othmera, umożliwiający obieg skondensowanej fazy gazowej. Elementami nadającymi obieg fazy parowej w urządzeniu jest układ grzewczy oraz układ chłodzący.

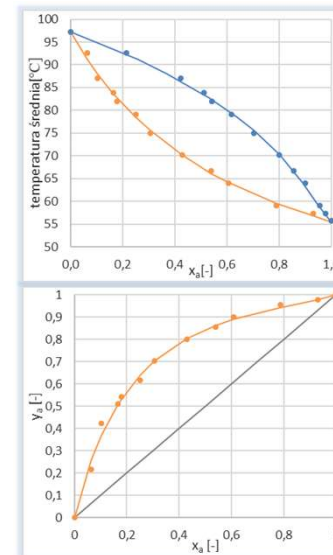
Analiza kształtu wyznaczonej krzywej kalibracyjnej dla układu aceton – woda wykluczyła możliwość badania danego układu za pomocą metody refraktometrycznej w całym zakresie stężeń.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego

Do dalszych pomiarów wykorzystano układ aceton – 1-propanol. Przy pierwszej serii pomiarowej zauważono rozbieżność temperatury cieczy wrzącej oraz temperatury oparów. Mogła ona wynikać z przegrzania cieczy lub znaczących strat ciepłych występujących w aparacie Othmera. Z tego powodu dla drugiej serii pomiarowej zaizolowano termicznie aparat oraz skorygowano ogrzewanie czaszy aparatu i termosyfonu.

Dla uzyskanych danych doświadczalnych wykonano analizę pod kątem poprawności termodynamicznej wyników pomiarów oraz wyznaczono parametry w równaniach modelowych dla współczynników aktywności roztworów dwuskładnikowych. Wyniki doświadczalne oraz wyznaczone na podstawie modelowego równania Margulesa-Wohla linie równowagi przedstawiono na Rysunku 2.



Rys. 2. Wyniki doświadczalne dla układu aceton – 1-propanol (izobara dla ciśnienia atmosferycznego)

Wnioski

Przeprowadzony dla obu serii pomiarowych test zgodności termodynamicznej potwierdził skuteczność zastosowanej modyfikacji układu pomiarowego oraz lepszego dopasowania mocy grzewczej, co spowodowało zmniejszenie „stopnia niezgodności termodynamicznej” uzyskanych danych. Wyniki doświadczalne uzyskane w drugiej serii pomiarów wykorzystano do określenia parametrów równań modelowych Margulesa, van Laara, Margulesa-Wohla oraz Wilsona. Wszystkie równania modelowe w zbliżony sposób przewidują zależność współczynników aktywności od składu dla całego zakresu stężeń. Układ aceton – 1-propanol może z powodzeniem zostać wykorzystany do celów dydaktycznych w ramach ćwiczenia laboratoryjnego.