



Doctoral Thesis

Droplet behaviour in liquid/liquid extraction

Author(s):

Kumar, Arun

Publication Date:

1983

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000295948> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 7332

DROPLET BEHAVIOUR IN LIQUID/LIQUID EXTRACTION

A Dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

For the Degree of Doctor of Technical Sciences

Presented by

ARUN KUMAR

M.Sc. Chem. Eng. Panjab University Chandigarh

Born on 3rd July 1953

Citizen of India

Accepted on the Recommendation of
Prof. Dr. S. Hartland, Examiner
Prof. Dr. J.R. Bourne, Co-examiner

Zürich 1983

ABSTRACT

The behaviour of liquid/liquid extractors, with special reference to spray columns, pulsed sieve-plate columns and mixer-settlers, has been theoretically and experimentally investigated.

Drops in spray columns can be formed singly or by the break up of jets. Based on 484 data points for 12 liquid/liquid systems from 8 different sources, correlations of drop size have been developed for the single drop and jetting regions in terms of physical properties and nominal nozzle velocity which predict the drop diameter with an average error of 9.7%. A general correlation treating nozzle velocities up to the critical velocity is also presented which predict the drop size with an average deviation of 9.5%.

The concept of slip velocity has been used to correlate the dispersed phase hold-up in spray columns. The drag coefficient defined by Barnea and Mizrahi (1975e) has been modified and slip velocity data in the intermediate zone and lower range of the turbulent zone correlated. The proposed correlation, which predicts two values of hold-up corresponding to loose and dense-packed dispersions, has a practical value of a simple correlation over the relevant range of Reynolds numbers covered.

New correlations to predict dispersed phase hold-up in pulsed sieve-plate columns have been developed in terms of physical properties, operating conditions and column geometry. An analysis of 725 data points for 8 liquid/liquid systems from 5 different sources gave correlations in the absence of mass transfer for mixer-settler, dispersion and emulsion regions, which predict the hold-up with average percentage deviations of 13.5, 12.4 and 13.7 respectively. The break-point between the mixer-settler and dispersion regions is given by the minimum value of the hold-up, and between dispersion and emulsion regions when the dimensionless group $(Af)^3 \rho_c / (\lambda \ell \Delta \rho)^{3/4} \sigma^{1/4} g^{5/4}$ is equal to 0.05.

Mechanisms of binary coalescence and coalescence at the disengaging interface have been proposed. Based on drop growth and the effect of the thickness of the dense-packed layer on drop/interface coalescence time, models are presented which relate the observations on batch decay profiles to continuous settling. Experimental batch decay data have been correlated by using one of the models and the evaluated parameters used to predict the steady state height in a continuous settler. Good agreement has been achieved between experimental and predicted heights. Finally, an empirical correlation to predict the dispersion band height in a spray column in terms of physical properties and dispersed phase throughput is presented and fairly good agreement between experimental and calculated dispersion band heights obtained.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Verhalten von flüssig/flüssig Extraktoren mit speziellem Bezug auf Sprüh- und pulsierende Siebbodenkolonnen sowie Mischer-Abscheider-Kontaktoren wurde theoretisch und experimentell untersucht.

Die Tropfen können in Sprühkolonnen einzeln oder im Strahlzerfall gebildet werden. Aus 484 Messdaten für 12 flüssig/flüssig Systeme von 8 verschiedenen Datenquellen wurden Korrelationen für die Tropfengrösse im Einzeltröpfen- und Strahlbereich entwickelt, und zwar in Funktion der physikalischen Eigenschaften und der Durchschnittsgeschwindigkeit in der Düse. Dabei kann der Tropfendurchmesser bis auf 10% genau vorausgesagt werden. Ueberdies wird eine allgemeine Korrelation mit etwa gleicher Genauigkeit angegeben, die die Düsengeschwindigkeit bis zur kritischen Geschwindigkeit behandelt.

Mit der Definition der Relativgeschwindigkeit kann der Hold-up der dispergierten Phase in Sprühkolonnen korreliert werden. Der Widerstandskoeffizient nach Barnea und Mizrahi (1975e) wurde nun zu einer Korrelation für die Relativgeschwindigkeit in der Uebergangszone und im unteren Turbulenzbereich modifiziert, womit die Werte des Hold-ups für lockere und dichtgepackte Dispersionen vorausgesagt werden können. Die Korrelation hat Gültigkeit im Reynoldsbereich $Re_{\epsilon,1} = 7 - 2450$.

Neue Korrelationen sagen den Hold-up der dispergierten Phase in pulsierenden Siebbodenkolonnen voraus in Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften, die Versuchsbedingungen und der Kolonnengeometrie. Es werden 725 Messdaten für 8 flüssig/flüssig Systeme im Mischer-Abscheider-, Dispersions- und Emulsionsbereich analysiert. Die daraus resultierenden Korrelationen geben den Hold-up mit einer durchschnittlichen Abweichung von 13,5, 12,4 und 13,7% an. Der Uebergangspunkt zwischen Mischer-Abscheider- und Dispersionsbereich ist durch das Minimum des Hold-ups bestimmt und zwischen Dispersions- und Emulsionsbereich durch den dimensionlosen Ausdruck $(Af)^3 \rho_c / (\lambda \Delta \rho)^{3/4} \sigma^{1/4} g^{5/4}$, der 0.05 wird.

Mechanismen der binären Koaleszenz und der Koaleszenz an der Grenzfläche werden vorgeschlagen. Auf Grund des Tropfenwachstums und des Einflusses des dichtgepackten Schichtanteils auf die Tropfen/Grenzflächen-Koaleszenzzeit werden Modelle für statische Zerfallsprofile und kontinuierliches Ausscheiden präsentiert. Mit einem Modell werden die experimentellen statischen Zerfallsprofile so korreliert, dass die stationäre Höhe im kontinuierlichen Abscheider mit guter Genauigkeit vorausgesagt werden kann. Auch für die Sprühkolonne wurde eine empirische Gleichung ermittelt, um die Dispersionshöhe in Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften und des dispergierten Phasendurchsatzes zu bestimmen.