

อิทธิพลของตัวแปรที่สำคัญต่อการถ่ายเทมวลในถังกวน



นางสาวเพ็ญแข แต้ตัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-095-5

011067

16728671

Influence of Important Parameters  
on Mass Transfer in Agitated Vessel



Miss Penkha Saetun

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering  
Graduate School

Chulalongkorn University

1983





Thesis Title      Influence of Important Pamameters  
                         on Mass Transfer in Agitated Vessel  
By                      Miss Penkha Saetun  
Department        Chemical Engineering  
Thesis Advisor    Assistant Professor Sasithorn Boon-Long, Dr. 3ème Cycle

---

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University  
in partial fulfilment of the requirements for the Master's degree.

*S. Bunnag*  
..... Dean of Graduate School  
(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

*Kroekchai Sukanjanajtee*  
..... Chairman  
(Associate Professor Kroekchai Sukanjanajtee, Ph.D.)

*Piyasan Praserttham*  
..... Member  
(Assistant Professor Piyasan Praserttham, Dr.Ing.)

*Sasithorn Boon-Long*  
..... Member  
(Assistant Professor Sasithorn Boon-Long, Dr. 3ème Cycle)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของตัวแปรที่สำคัญต่อการถ่ายเทมวลในถังกวน
ชื่อนิสิต	นางสาว เพ็ญแข แซ่ตัน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยคณบดี ดร. ศศิธร บุญ-หลง
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2525



### บทคัดย่อ

ได้ทำการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของของแข็งที่แขวนลอยในถังกวนที่อุณหภูมิระหว่าง  $15^{\circ}\text{C}$  ถึง  $40^{\circ}\text{C}$  และที่ความเร็วรอบระหว่าง 250 รอบต่อนาที ถึง 500 รอบต่อนาที ใบพัดที่ใช้มี 5 ชนิด

ผลที่ได้ๆ นำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้กับผลงานของผู้วิจัยอื่นในถังกวนที่มีแผ่นกั้น และเสนอสมการอยู่ในรูป

$$\text{Sh} = a \text{Re}^p \text{Sc}^q$$

สำหรับค่าตัวเลขเรย์โนลส์อยู่ในช่วง  $2.6 \times 10^4$  ถึง  $5.2 \times 10^4$  และค่าตัวเลขชmidtที่อยู่ในช่วง 573 ถึง 1,571

จากผลการทดลองได้สมการดังต่อไปนี้

สำหรับถังกวนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม.

ใบพัดมาตรฐานแบบ 6 ใบ

$$\text{Sh}_p = 4.395 \times 10^{-5} \text{Re}_p^{1.269} \text{Sc}^{0.465}$$



สำหรับถึงกวรขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม.

ใบพัดมาตรฐานแบบ 6 ใบ

$$Sh_p = 1.2186 \times 10^{-5} Re_p^{1.492} Sc^{0.336}$$

ใบพัดแบบ 6 ใบ มุม 90°

$$Sh_p = 0.0025 Re_p^{1.0025} Sc^{0.227}$$

ใบพัดแบบไม้พาย

$$Sh_p = 0.0377 Re_p^{0.803} Sc^{0.197}$$

ใบพัดแบบ 4 ใบ มุม 45°

$$Sh_p = 0.0135 Re_p^{0.957} Sc^{0.123}$$

ใบพัดแบบกังหันเรือ

$$Sh_p = 0.0191 Re_p^{0.866} Sc^{0.212}$$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title           Influence of Important Parameters on Mass  
Transfer in Agitated Vessel

Name                   Miss Penkha Saetun

Thesis Advisor       Assistant Professor Sasithorn Boon-Long,  
Dr. 3ème Cycle

Department           Chemical Engineering

Academic Year        1982



### ABSTRACT

Mass transfer coefficients of suspended particle are determined in baffled agitated vessels at temperatures between 15°C to 40°C and at speeds of rotation between 250 rpm. to 500 rpm. Five types of agitators are used.

Results obtained are compared with previous works in baffled agitated vessels and are correlated in the form

$$Sh = aRe^p Sc^q$$

for Reynolds number in the range of  $2.6 \times 10^4$  to  $5.2 \times 10^4$  and Schmidt number in the range of 573 to 1,571

In this work the correlations obtained are as follows.

For vessel diameter = 20 cm

Standard 6-blade turbine       $Sh_p = 4.395 \times 10^{-5} Re_p^{1.269} Sc^{0.465}$



For vessel diameter = 15 cm

Standard 6-blade turbine	$Sh_p = 1.2186 \times 10^{-5} Re_p^{1.492} Sc^{0.336}$
6-blade fan turbine	$Sh_p = 0.0025 Re_p^{1.0025} Sc^{0.227}$
Paddle	$Sh_p = 0.0377 Re_p^{0.803} Sc^{0.197}$
4-blade pitch fan turbine	$Sh_p = 0.0135 Re_p^{0.957} Sc^{0.123}$
Marine propeller	$Sh_p = 0.0191 Re_p^{0.866} Sc^{0.212}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my gratitude to Assistant Professor Dr. Sasithorn Boon-Long, my Thesis supervisor for her help and advice. I am indebted to Assistant Professor Wichien Thanindratarn of The Department of Industrial Pharmacy, Faculty of Pharmaceutical Sciences for his help in making the sample spheres.

Without the generous support of the U.D.C., The Master degree course could have never been undertaken.

Finally, many thanks go to Miss Suchada Binmuhummud who did the typing of this Thesis.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





2.4	Definition of Mass Transfer Coefficient	8
2.5	Flow Pattern	9
2.6	Suspension of Solid Particles	13
3.	EXPERIMENTAL	15
3.1	Apparatus	15
3.2	Materials	15
3.2.1	Determination of Mass Transfer Coefficient	21
3.3	Experimental Procedure	22
3.4	Dimensional Analysis of Mass Transfer Correlation	22
3.5	Influence of Reynolds number, $Re_p = \frac{d_p v_p \rho}{\mu}$	23
3.6	Influence of Schmidt number, $Sc = \frac{\mu}{\rho D_v}$	35
3.7	Influence of Impellers Type	35
3.8	Influence of Vessel Size	35
4.	RESULTS AND DISCUSSIONS	48
4.1	Calculation of Precision	48
4.1.1	Reynolds number relative to the particle, $Re_p$	48
4.1.2	Schmidt number, $Sc$	49
4.1.3	Sherwood number, $Sh$	49
4.2	General Correlation	53



	Page
4.3 Comparison of The Experimental Results with others	54
4.3.1 Influence of various variables	54
4.3.2 Comparison of results with other investigations	56
5. CONCLUSIONS	61
REFERENCES	63
NOMENCLATURES	65
APPENDIX	68
BIOGRAPHY	71



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF TABLES

	Page
Table 1 Correlation of Mass Transfer Coefficient in Solid-Liquid Agitation	7
Table 2 Dimension of Apparatus	20
Table 3 Values of $Sh_p, Re_p$ for Standard 6-blade Turbine	24
Table 4 Values of $Sh_p, Re_p$ for 6-blade fan turbine	25
Table 5 Values of $Sh_p, Re_p$ for Paddle	26
Table 6 Values of $Sh_p, Re_p$ for 4-blade pitched fan turbine	27
Table 7 Values of $Sh_p, Re_p$ for Marine propeller	28
Table 8 Values of $Sh_p, Re_p$ for Standard 6-blade turbine	29
Table 9 Values of $Sh_p, Sc$ for Standard 6-blade turbine	36
Table 10 Values of $Sh_p, Sc$ for 6-blade fan turbine	37
Table 11 Values of $Sh_p, Sc$ for Paddle	38
Table 12 Values of $Sh_p, Sc$ for 4-blade pitched fan turbine	39
Table 13 Values of $Sh_p, Sc$ for Marine propeller	40
Table 14 Values of $Sh_p, Sc$ for Standard 6-blade turbine	41
Table 15 Comparison of the exponents obtained for various variables	55



## LIST OF FIGURES

	Page
Figure 1 Discharge velocity	11
Figure 2 Apparatus for agitated-vessel study	16
Figure 3 Types of Agitators	17-19
Figure 4 Plot of $Sh_p$ as a function of $Re_p$ for Standard turbine	30
Figure 5 Plot of $Sh_p$ as a function of $Re_p$ for 6-blade fan turbine	31
Figure 6 Plot of $Sh_p$ as a function of $Re_p$ for Paddle	32
Figure 7 Plot of $Sh_p$ as a function of $Re_p$ for 4-blade pitched fan turbine	33
Figure 8 Plot of $Sh_p$ as a function of $Re_p$ for Marine propeller	34
Figure 9 Plot of $Sh_p$ as a function of $Sc$ for Standard 6-blade turbine	42
Figure 10 Plot of $Sh_p$ as a function of $Sc$ for 6-blade fan turbine	43
Figure 11 Plot of $Sh_p$ as a function of $Sc$ for Paddle	44
Figure 12 Plot of $Sh_p$ as a function of $Sc$ for 4-blade pitched fan turbine	45
Figure 13 Plot of $Sh_p$ as a function of $Sc$ for Marine propeller	46
Figure 14 Influence of impeller types	47

	Page
Figure 15-16 Comparison with other investigations for Standard 6-blade turbine	57-58
Figure 17 Comparison with other investigations for Marine propeller	59
Figure 18 Comparison with Keey and Glen	60



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย