การหาเวลาที่จำเป็นของการผสมในถังผสมที่มีการกวนแบบไม่ต่อเนื่อง

ด้วยเทคนิคสารติดตาม

นายพิภพ ธรรมธารัย

Determination of Required Mixing Time in an Agitated Batch Mixer

Using Tracer Technique

Mr.Pipop Thamtharai

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirement

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

Thesis Title   Determination of Required Mixing Time in an

Agitated Batch Mixer Using Tracer Technique

By   Mr. Pipop Thamtharai

Department   Chemical Engineering

Thesis Advisor   Assistant Professor Sasithorn Boon-Long,

D. 3ieme Cycle

Thesis Co-Advisor   Assistant Professor Nares Chankow, M. Eng.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirement for the Master's Degree.

...................................Dean of Greduate School

(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

...........................Chairman

(Associate Professor Kroekchai Sukanjanajtee, Ph.D.)

....................Thesis Advisor

(Assistant Professor Sasithorn Boon-Long, D. 3ieme Cycle)

.....................Thesis Co-Advisor

(Assistant Professor Nares Chankow, M. Eng.)

............................Member

(Dr. Jirdsak Tscheikuna, Ph.D.)

พิภพ ธรรมธารัย : การหาเวลาที่จำเป็นของการผสมในถังผสมที่มีการกวนแบบไม่ต่อเนื่องด้วย
เทคนิคสารติดตาม (DETERMINATION OF REQUIRED MIXING TIME IN AN AGITATED
BATCH MIXER USING TRACER TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ศศิธร บุญ-หลง,
ผศ.นเรศร์ จันทน์ขาว, 114 หน้า. ISBN 974-581-457-1

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการหาเวลาที่จำเป็นของการผสมในถังผสมที่มีการกวนแบบไม่ต่อเนื่องด้วย
เทคนิคสารติดตามทั้งชนิดที่เป็นสารรังสีและสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้ถังผสมที่มีสัดส่วนตามมาตรฐาน
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 24 ซม. และมีน้ำบรรจุอยู่สูง 24 ซม. เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากวิธีการ
ทั้งสอง ตัวแปรที่สำคัญที่ใช้ในการศึกษาคือ ชนิดของใบกวนซึ่งเป็นแบบที่มีใบกวน 6 ใบ 3 ชนิดคือ แบบเปิด
แบบติดบนจาน และแบบใบเอียง 45 องศา ความเร็วรอบของการกวน ในช่วง 200-400 รอบต่อนาที
ตำแหน่งของใบกวน ที่ระยะความสูงจากก้นถัง 1/2 และ 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง และอิทธิพล
ของแผ่นกั้น

ในการวิจัยนี้พบว่า เวลาที่จำเป็นในการผสมในระบบดังกล่าวจากวิธีการทั้งสองมีแนวโน้มเหมือนกัน
โดยค่าที่ได้จากวิธีการความนำไฟฟ้ามีค่าสั้นกว่าเล็กน้อย ระบบการผสมที่มีเวลาที่จำเป็นในการผสมสั้นที่สุดมี
3 แบบ คือ ถังผสมที่มีใบกวน 6 ใบแบบเปิด อยู่ที่ระยะความสูงเหนือก้นถัง 1/2 และ 1/3 ของเส้นผ่าน
ศูนย์กลางของถัง ความเร็วรอบในการกวน 400 รอบต่อนาทีและมีแผ่นกั้น อีกแบบหนึ่งคือถังกวนที่มีใบกวน
6 ใบ แบบติดตั้งบนจานอยู่ที่ระยะความสูง 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ความเร็วรอบในการกวน
400 รอบต่อนาทีและมีแผ่นกั้น

นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองใช้เทคนิคสารติดตามชนิดที่เป็นสารรังสีในการหาเวลาที่อยู่ในระบบ
(residence time) ที่มีการไหลผ่านในสภาวะคงตัว (steady state continuous flow) ใน
ถังผสมที่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้นและในท่อทรงกระบอกอีกด้วย

ภาควิชา   วิศวกรรมเคมี   ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา   วิศวกรรมเคมี   ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา   2534   ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

PIPOP THAMTHARAI : DETERMINATION OF REQUIRED MIXING TIME IN AN AGITATED BATCH MIXER USING TRACER TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. SASITHORN BOON-LONG, D. 3 ième Cycle, ASST.PROF. NARES CHANKOW, M.Eng. 114 PP. ISBN 974-581-457-1

The required mixing time in a standard configuration tank was measured using tracer technique both the radioactive and conductivity methods. The mixer was a flat bottom cylindrical vessel with 24 cm inside diameter and was filled with water up to a height of 24 cm. The major parameters were : types of impeller (a 6 bladed open turbine, a 6 bladed disc turbine, and a 6 bladed 45 degree pitch turbine), rotation speeds of impeller (200 to 400 rpm), positions of impeller (at 1/2 and 1/3 tank's diameter above tank's bottom), and baffles.

The results obtained from both methods showed the same trend of required mixing time, but the conductivity method showed a little shorter required mixing time. There were three combinations in which the shortest required mixing time was obtained. They were mixers with 6 bladed open turbine located at 1/2 and 1/3 tank's diameter above tank's bottom, at speed of 400 rpm, and with baffles installed. The other was mixer with 6 bladed disc turbine located at 1/2 tank's diameter above tank's bottom.

Some additional works using radioactive tracer technique in determining residence time of steady state continuous flow were conducted. Two systems were used for the study, the continuous stirred tank and tubular vessel.

ภาควิชา ..... วิศวกรรมเคมี .... ลายมือชื่อนิสิต ....

สาขาวิชา ..... วิศวกรรมเคมี .... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....

ปีการศึกษา ..... 2534 .... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express his gratitude and deep appreciation to his advisor, Assist. Prof. Dr. Sasithorn Boon-Long, and his Co-Advisor Assist. Prof. Nares Chankow, for their patience, helpful guidance and encouragement in all aspects throughout the period of this project. In addition, he is grateful to Assoc. Prof. Dr. Kroekchai Sukanjanajtee, and Dr. Jirdsak Tscheikuna, for their comments and corrections of this manuscript as well as to Mr. Areerat Kondoungkoew, and Mr. Chovana Rodthongkum, Office of Atomic Energy for Peace, for their permission to use the nuclear instrumentation necessary for this work. His gratitude is extended to the Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn University for providing various facilities.

Furthermore the author wishes to express his appreciation to Mr. Winai Chaidilok for his mechanical work and Mr. Suwat Boonnak for his technical support.

Finally, he would like to convey his most sincere gratitude to his parents for their encouragement and financial support throughout this work.

CONTENT

CONTENT (continue)

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES (continue)

LIST OF FIGURES (continue)

Figure

LIST OF FIGURES (continue)

Figure

LIST OF FIGURES (continue)

LIST OF FIGURES (continue)

NOMENCLATURE

A	Interfacial area	$[cm^2]$
C	Concentration	$[mole/cm^3]$
C_o	Representative concentration	$[mole/cm^3]$
C_m	Mean value of concentration	$[mole/cm^3]$
$C_{m\cdot}$	Time average of concentration	$[mole/cm^3]$
c	Concentration fluctuation	$[mole/cm^3]$
D_m	Molecular diffusion coefficient	$[cm/s]$
D_t	Turbulence molecular diffusion coefficient	$[cm/s]$
$f(r)$	Correlation function defined by Eq. (2.2)	$[-]$
I_o	Initial intensity of segregation	$[-]$
I_s	Intensity of segregation	$[-]$
k_c	Mass transfer coefficient	$[cm/s]$
L	Length of space	$[cm]$
L_D	Width of concentration blotches	$[cm]$
L_o	Initial scale of solute lump	$[cm]$
L_s	Striation distance	$[cm]$
L_{st}	Duration time for concentration blotches	$[s]$
M	Mixing index	$[-]$
N_M	$(=\theta_M \cdot n)$ Dimensionless mixing time	$[-]$
N	Number of population	$[-]$
n	Rotational speed of impeller	$[s^{-1}]$
Pe	$(= Re\ Sc)$ Peclet number	$[-]$
Re	$(= V_o L_o / \nu)$ Renolds number	$[-]$
Re_t	$(= V_o L_o / \nu_t)$ Turbulent Renolds number	$[-]$

NOMENCLATURE (continue)

Sc_t	$(= \nu_t / D_t)$ Turbulent Schmidth number	[-]
T	Duration time of observation	[s]
V	Flow velocity	[cm/s]
V_o	Representative flow velocity	[cm/s]
v	Fluctuation flow velocity	[cm/s]
X	Number of counts	[-]
$\overline{X}$	Mean value	[-]
x	Rectancular coordinate	[cm]
y	Rectancular coordinate	[cm]
z	Rectancular coordinate	[-]
ν	Kinematic viscosity	[cm^2/s]
ν_t	Turbulent kinematic viscosity	[cm^2/s]
σ	Standard deviation	[-]
σ_o	Initial standard deviation	[-]
σ_c	Concentration variance	[-]
τ_c	Time constant for decay eddies	[-]
θ_M	Mixing time	[s]