

เชตความเจื่อนของมวลเม็ควักถูซึ่งกำลัง ไหล



เรืออากาศตรีอนุกุล วรมิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
006340
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

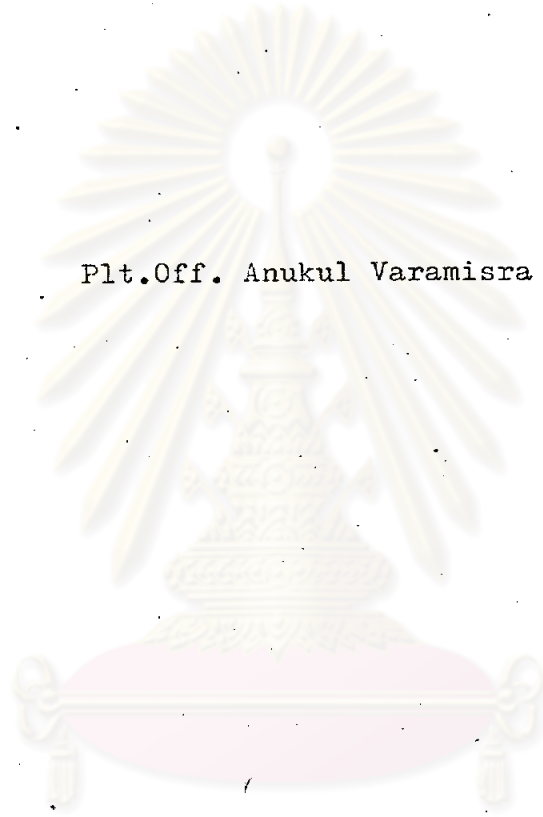
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2523

SHEAR ZONE IN FLOWING GRANULAR MATERIALS



Plt.Off. Anukul Varamisra

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์

เชตความเดือนของมวลเม็ควัตถุซึ่งกำลังไหล

โดย

เรืออากาศตรีอนุกุล วรมิศร์

ภาควิชา

วิศวกรรมเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.จงกิจ เลาทะกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประคิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย สุกาญจน์จิ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พินัย สุขวรรณ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล ปานงาม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จงกิจ เลาทะกุล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์
ชื่อนิติกร
อาจารย์ที่ปรึกษา
ภาควิชา
ปีการศึกษา

เชกความเฉือนของมวลเมล็ดข้าวที่งอกกำลังไหล
เรืออากาศตรีอนุช วรรณศิริ
อาจารย์ ดร.จงกิจ เลาทะกุล
วิศวกรรมเคมี
2523



บทคัดย่อ

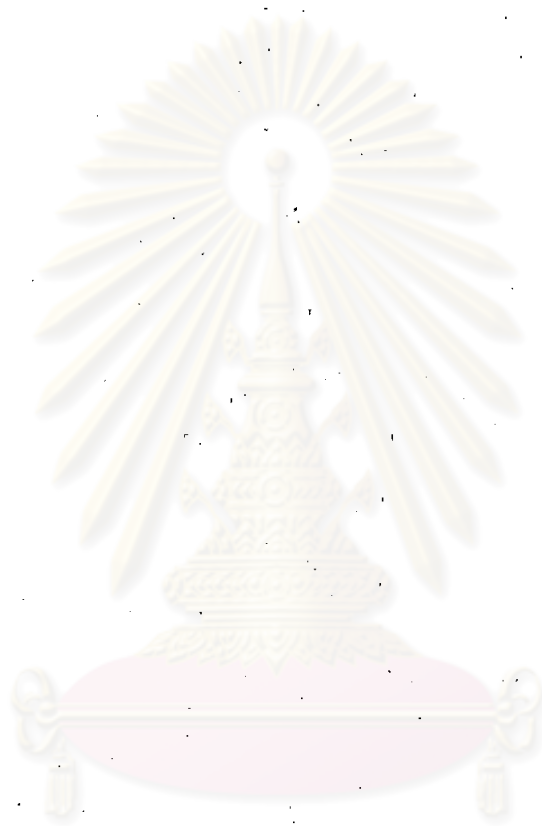
การศึกษาเรื่องเชกความเฉือนของเมล็ดข้าวที่งอกกำลังไหล เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเกี่ยวกับการกระจายความเร็ว เชกความเฉือนคือบริเวณที่มีความลาดของความเร็วในการทดลองครั้งนี้ได้กระทำในถัง 2 มิติ ถังแบน ที่ก้นถังมีรูสำหรับให้เมล็ดข้าวไหลได้ ระยะห่างระหว่างผนังด้านข้าง 2 ข้างเรียกว่า ความกว้างของถังซึ่งปรับได้ตั้งแต่ 0 - 40 ซม. ส่วนขนาดของรูปรับได้ตั้งแต่ 0 - 40 ซม. เช่นกัน ความสูงของถังเท่ากับ 120 ซม. ผนังด้านหน้าและด้านหลังทำด้วยกระจกใสวางห่างกัน 2 ซม. เรียกระยะห่างระหว่างกระจกนี้ว่าความหนาของถัง เมล็ดข้าวที่ใช้ศึกษาใช้เมล็ดข้าวเหนียวขาว การหาความเร็วใช้วิธีติดตามการไหลของตัวสำหรับสังเกต ซึ่งในที่นี้ใช้เมล็ดข้าวเหนียวดำ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับเมล็ดข้าวเหนียวขาว โดยมีเมล็ดข้าวเหนียวดำประมาณ 5%

จากการทดลองพบว่าเชกการไหลมี 4 เชกคือ เชกการไหลแบบแห้ง เชกเปลี่ยนแปลง เชกนิ่ง และเชกการไหลแบบลู่ลง ในเชกการไหลแบบแห้งจะเกิดที่ตอนเหนือขึ้นไปจากรู ประมาณ 40 ซม. ขึ้นไป เป็นเชกที่เมล็ดข้าวเหนียวไหลด้วยความเร็วคงที่ ไม่มีความลาดของความเร็ว คือไม่มีเชกความเฉือนในบริเวณนี้ ซึ่งเชกการไหลแบบแห้งนี้ จะเกิดขึ้นก่อนเมื่ออัตราส่วนระหว่างความกว้างของถังกับขนาดของรู มีค่าน้อยกว่า 11 แต่ถ้าอัตราส่วนเกิน 11 จะมีเชกความเฉือนระหว่างผนัง 2 ข้าง กับแนวการไหลแบบแห้งซึ่งอยู่ตรงกลาง

เชกเปลี่ยนแปลงเป็นเชกที่อยู่ระหว่างเชกการไหลแบบแห้ง และเชกการไหลแบบลู่ลง เชกนิ่งเป็นเชกที่อยู่ตอนมุล่างของถัง เมล็ดข้าวเหนียวจะไม่ไหลในเชกนี้ และจะกองเอียงทำมุมกับแนวระดับประมาณ 37 องศา

เชกการไหลแบบลู่ลงเป็นเชกที่อยู่เหนือขึ้นไปจากรูประมาณไม่เกิน 30 ซม.

ในเขตนี้อะไรจะเห็นว่าจะไหลด้วยอัตราเร็ว ในเขตนี้อะไรจะมีความลึกของความเร็วเกิดขึ้น
นั่นคือมีเขตความเฉื่อยนั่นเอง การทดลองในเขตกการไหลแบบลู่ลงนี้ ให้นำผลไปเปรียบเทียบกับ
กับแบบจำลองคิเนแมติกส์ สำหรับการไหลของเมล็ดวัตถุของ อาร์ เอ็ม เนคเคอร์แมนและ
ยู ทูชิน ปรากฏว่าได้ผลอยู่ในเกณฑ์ที่พอสมควร มีค่าผิดพลาดเฉลี่ยประมาณ 15%



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1

Thesis Title	Shear Zone in Flowing Granular Materials
Name	Plt.Off.Anukul Varamisra
Thesis Advisor	Dr.Chongkit Lachakul
Department	Chemical Engineering
Academic Year	1980

ABSTRACT

The study of Shear Zone in Flowing Granular Material is a part of velocity distribution studies. Shear zone is the region where there is velocity gradient. In this work, two-dimensional, flat-bottomed bin with rectangular orifice was used. The distance between the two side walls could be varied from 0 to 40 cm. and was called "bin-width". The orifice could also be varied from 0 to 40 cm. and was called "orifice size". The front and back walls were made from two sheets of glass. The distance between the two glasses were 2 cm. and was called "bin thickness". The material used was white sticky rice. The tracer technique was used to determine velocity distribution. The tracer particle was black sticky rice which was believed to have similar properties to white sticky rice.

From the experimental work, it was found that there were 4 flow regions, the plug flow region, the transition region, the stagnant region and the converging region. The plug flow region occurred at the distance greater than 40 cm. from orifice. In this zone, the particles had uniform velocity distribution, if the ratio of bin width to orifice size was less than 11. If this ratio was

greater than 11, there were shear zones between the two side walls and the central plug flow zone.

The transition zone was between the plug flow zone and the converging zone. The stagnant zone was at the bottom corners of the bin and the particles were stationary in this zone.

The converging zone was found between the two stagnant zones and its region extended not greater than 30 cm. from orifice. In this zone, the particles moved both vertically and horizontally and with acceleration. Thus, the shear zone occurred in this region. The experimental results in this zone were compared with those predicted by kinematics model proposed by Nedderman and Tüzün. The comparison was fairly good and had an average error of about 15%



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถึติกรรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.จงกิจ เลาหะกุด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ที่ไ้กรุณาให้คำแนะนำต่างๆอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ
ในที่สุด

นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้รับกำลังใจจากคุณแม่จนสามารถฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆจน
บรรลุเป้าหมาย


สุดท้ายนี้ผู้เขียนต้องขอขอบคุณ คุณไพโรจน์ อรินยะนาค ที่มาช่วยทำการทดลอง
หาข้อมูล พันจาอากาศเอกชัชชาติ เหมือนบุญส่ง ที่ช่วยเขียนแบบรูปเครื่องมือทดลอง และ
คุณเคชา แก้วฉุย ที่ช่วยเหลืองานเบ็ดเตล็ดต่างๆ



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
ถิติกรรมประกาศ.....	ค
รายการตารางประกอบ.....	ง
รายการรูปประกอบ.....	จ
	
บทที่ 1 เขตความเดือนของมวลเมล็ดข้าวซึ่งกำลังไหล	
1.1 คำนำ.....	1
1.2 ความหมายของเขตความเดือน.....	1
1.3 เมล็ดข้าวที่จะใช้ในการศึกษาเขตความเดือน.....	2
1.4 การแบ่งเขตต่างๆของเมล็ดข้าวเหนียวที่ไหลในถัง 2 มิติ.....	2
1.5 เขตความเดือนของเมล็ดข้าวเหนียว.....	5
1.6 แบบจำลองคิเนแมติกส์สำหรับการไหลของเมล็ดข้าว.....	7
บทที่ 2 จุดมุ่งหมายและขอบเขตของงาน	
2.1 คำนำ.....	9
2.2 เขตการไหลที่สนใจศึกษา.....	9
2.3 สิ่งที่จะศึกษาในเขตการไหลแบบแห้ง.....	9
2.4 สิ่งที่จะศึกษาในเขตการไหลแบบลู่ลง.....	11
บทที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและวิธีการกระจายความเร็ว	
3.1 คำนำ.....	12
3.2 ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ทดลอง.....	12
3.3 คุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างของเมล็ดข้าวเหนียว.....	15
3.4 วิธีการกระจายความเร็ว.....	18
บทที่ 4 วิธีทำการทดลองและข้อมูลดิบ	
4.1 คำนำ.....	19

4.2	การเตรียมการสำหรับทดลอง.....	19
4.3	วิธีทำการทดลอง.....	20
4.4	ข้อมูลดิบ.....	21
บทที่ 5	การวิเคราะห์ข้อมูล	
5.1	คำนำ.....	23
5.2	การวิเคราะห์ข้อมูลในเซตการไหลแบบแบ่ง.....	23
5.3	การวิเคราะห์ข้อมูลในเซตการไหลแบบจุด.....	45
บทที่ 6	การเปรียบเทียบผลการทดลองในเซตการไหลแบบจุด	
6.1	คำนำ.....	86
6.2	การหาการกระจายความเร็วในเซตการไหลแบบจุดโดยใช้ แบบจำลองคิเนแมติกส์.....	86
6.3	การกระจายความเร็วที่ได้จากการทดลอง.....	87
6.4	การเปรียบเทียบการกระจายความเร็วที่ได้จากการทดลองกับ ที่ได้จากแบบจำลองคิเนแมติกส์.....	87
บทที่ 7	สรุปผลวิจารณ์และข้อเสนอแนะต่างๆ	
7.1	คำนำ.....	101
7.2	สรุปผลและวิจารณ์.....	101
7.3	ข้อเสนอแนะต่างๆ.....	103
	เอกสารอ้างอิง.....	107
	สัญลักษณ์.....	108
	ประวัติผู้เขียน.....	110

รายการตารางประกอบ

	หน้า
ตารางที่ 3.3.1	16
ตารางที่ 3.3.2	16
ตารางที่ 6.4.1	89
ตารางที่ 6.4.2	91
ตารางที่ 6.4.3	93
ตารางที่ 6.4.4	95



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

	หน้า
รูปที่ 1.2.1	3
รูปที่ 1.4.1	4
รูปที่ 1.4.2	6
รูปที่ 3.2.1	13
รูปที่ 3.2.2	14
รูปที่ 3.3.1	17
รูปที่ 5.2.1	28
รูปที่ 5.2.2	29
รูปที่ 5.2.3	30
รูปที่ 5.2.4	31
รูปที่ 5.2.5	32
รูปที่ 5.2.6	33
รูปที่ 5.2.7	34
รูปที่ 5.2.8	35
รูปที่ 5.2.9	36
รูปที่ 5.2.10	37
รูปที่ 5.2.11	38
รูปที่ 5.2.12	39
รูปที่ 5.2.13	40
รูปที่ 5.2.14	41
รูปที่ 5.2.15	42
รูปที่ 5.2.16	43
รูปที่ 5.2.17	44

รูปที่ 5.3.1	49
รูปที่ 5.3.2	50
รูปที่ 5.3.3	51
รูปที่ 5.3.4	52
รูปที่ 5.3.5	53
รูปที่ 5.3.6	54
รูปที่ 5.3.7	55
รูปที่ 5.3.8	56
รูปที่ 5.3.9	57
รูปที่ 5.3.10	58
รูปที่ 5.3.11	59
รูปที่ 5.3.12	60
รูปที่ 5.3.13	61
รูปที่ 5.3.14	62
รูปที่ 5.3.15	63
รูปที่ 5.3.16	64
รูปที่ 5.3.17	65
รูปที่ 5.3.18	66
รูปที่ 5.3.19	67
รูปที่ 5.3.20	68
รูปที่ 5.3.21	69
รูปที่ 5.3.22	70
รูปที่ 5.3.23	71
รูปที่ 5.3.24	72
รูปที่ 5.3.25	73

รูปที่ 5.3.26	74
รูปที่ 5.3.27	75
รูปที่ 5.3.28	76
รูปที่ 5.3.29	77
รูปที่ 5.3.30	78
รูปที่ 5.3.31	79
รูปที่ 5.3.32	80
รูปที่ 5.3.33	81
รูปที่ 5.3.34	82
รูปที่ 5.3.35	83
รูปที่ 5.3.36	84
รูปที่ 5.3.37	85
รูปที่ 6.4.1	97
รูปที่ 6.4.2	98
รูปที่ 6.4.3	99
รูปที่ 6.4.4	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย