

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กานตพันธ์ พิศาลสุขสกุล. ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของการป้องกันเพลิงไหม้เพื่อลดปริมาณความต้องการสารเคมีในกระบวนการสร้างเพลิงระเบิดแบบใหม่ขึ้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- กฤษิตา อารีย์สว่างกิจ. คุณสมบัติของแข็งในกระบวนการสร้างเพลิงระเบิดแบบใหม่ขึ้นโดยใช้วัตถุดิบของกบป่น เป็นน้ำป้อนและสารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- คณิต ม่วงศิริ. ผลของพีเอชต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในกระบวนการสร้างเพลิงระเบิดแบบใหม่ขึ้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- นฤชา ฤชุพันธ์. การก่อเม็ดตะกอนด้วยสารส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- บัณฑิต ชาญณรงค์. การกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเพลิงระเบิดแบบใหม่ขึ้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- ปริญญา ณ นคร. ผลของความสูงชั้นเพลิงต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- พลภัทร อรัณยกานนท์. ประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นของกระบวนการสร้างเพลิงระเบิดแบบใหม่ขึ้นในระบบขนาดต้นแบบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- มันสิน ตันจุลเวศม์. วิศวกรรมการประปาเล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- ลัดดา ธรรมการันย์. ผลของไมกอนต่อการกำจัดความขุ่นโดยดั่งน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

วิจารณ์ ตันติธรรม. ผลของสารส้มในการกำจัดความขุ่นโดยดั่งน้ำใสแบบหมุนเวียนตะกอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สุชาติ สถิตม้านในธรรม. เทคนิคการไทเทรตคอลลอยด์ในการควบคุมกระบวนการโคแอกกูเลชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

สุรเชษฐ์ พลวณิช. ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของการกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นสำหรับน้ำดิบความขุ่นต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

อาชวัน อิมเอิบธรรม. ผลของโพสิเมอร์ต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Bretby, J. Coagulation and Flocculation, England, Upland press, (1980).

O' Melia, C.R. Coagulation and Flocculation. Physicochemical process for water quality control, (1972).

Panswad, T. Performance improvement of a pelletisation system by pellet recirculation. Submitted to JAWWA April 27 (1998).

Panswad, T. and Areesawangkit, K. Pellet mass loading and pellet retention time for turbidity removal in a pelletisation process. Submitted to J Water SRT-Aqua. (1999).

Panswad, T. and Polwanich S. Pilot plant application of a pelletisation process on low-turbidity river water. J Water SRT-Aqua. Vol. 47 No.5 (1998): 236-244.

Schwayer, W. L. K. Polyelectrolytes for Water and Wastewater Treatment. CRC. Press Inc. (1981).

Suzuki, T., Tambo, N. and Ozawa, G. A new sewage treatment system with fluidized pellet bed separator. Water Science Technology. Vol.27 No.11 (1993): 185-192.

Tambo, N. and Matsui, Y. Metastable state operation for separation fluidized bed pellet separation. Proceedings for the 6th Asia Pacific Regional Water Supply Conference (1987).

Tambo, N. and Matsui, Y. Performance of fluidized pellet bed separator for High concentration suspension removal. J Water SRT-Aqua. Vol.38 No.1 (1989): 16-22.

Tambo, N. and Wang, X. Control of coagulation condition for treatment of high turbidity water by fluidized pellet bed separation. J Water SRT-Aqua. Vol.42 No.4 (1993): 212-222.

Tambo, N. and Wang, X. The mechanism of pellet flocculation in a fluidized bed operation. J Water SRT-Aqua. Vol.42 No.2 (1993): 67-76.

Walter, J. Weber, JR. Physicochemical Process for Water Quality Control. John Wiley and Sons, Inc. (1972): 95-96.

Yusa, M., Suzuki, H. and Tanaka, S. Separating liquids from solids by pellet flocculation. JAWWA vol. 57 (July 1975): 397-402.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลอง

ก.1 ความชุ่มน้ำดินและน้ำผลิตที่เวลาต่างๆ

ก.1.1 การทดลองช่วงที่ 1 ผลของการปรับกวน

P03A08S20

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	113.9		10.1	
12	141.6	126.0	10.6	8.0
18	128.2		10.2	
24	93.7	87.0	9.6	7.0
30	111.4		10.4	
36	130.3	105.0	11.3	9.0
42	121.9		10.0	
48	125.5	114.0	12.8	10.0
54	132.8		10.3	
60	135.4	118.0	10.5	7.0
66	117.2		9.7	
72	125.2	101.0	13.1	10.0

P04A08S20

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	123.8		11.2	
12	107.4	96.0	8.4	8.0
18	111.8		9.1	
24	139.1	112.0	10.3	9.0
30	141.1		8.6	
36	135.6	120.0	9.3	7.0
42	129.8		9.8	
48	138.2	118.0	11.3	8.0
54	141.1		9.6	
60	134.6	106.0	11.3	9.0
66	129.8		10.2	
72	123.0	98.0	9.1	7.0

P05A08S20

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	91.5		5.5	
12	90.8	81.0	4.7	5.0
18	92.6		4.5	
24	106.2	83.0	4.2	4.0
30	93.1		3.6	
36	95.8	80.0	4.1	4.0
42	101.6		4.2	
48	97.0	86.0	4.3	4.0
54	78.1		3.4	
60	96.7	90.0	4.4	5.0
66	109.9		5.9	
72	113.1	99.0	5.4	4.0

P03A08S30

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	70.4		4.7	
12	61.0	54.0	4.5	5.0
18	58.4		4.1	
24	65.6	60.0	4.6	4.0
30	70.1		5.1	
36	59.8	51.0	4.8	5.0
42	62.3		4.7	
48	58.7	48.0	4.4	4.0
54	71.2		5.2	
60	66.4	56.0	4.7	4.0
66	59.9		4.5	
72	54.4	45.0	4.4	4.0

P04A08S30

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	95.6		6.9	
12	103.4	87.0	7.0	6.0
16	78.0		8.4	
24	86.8	78.0	7.2	6.0
30	71.3		5.6	
36	58.0	48.0	4.0	5.0
42	59.3		4.7	
48	57.5	49.0	4.7	5.0
54	60.1		4.3	
60	62.8	53.0	4.0	4.0
66	71.5		4.1	
72	65.8	54.0	4.2	4.0

P05A08S30

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	121.2		9.3	
12	119.7	102.0	8.4	8.0
18	114.4		9.2	
24	106.4	92.0	8.4	7.0
30	102.3		7.5	
36	111.6	103.0	6.7	6.0
42	125.3		7.2	
48	111.1	100.0	7.1	6.0
54	98.5		6.0	
60	106.7	89.0	5.3	5.0
66	112.0		5.4	
72	102.2	87.0	5.3	4.0

P03A10S20

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	120.1		8.3	
12	126.0	106.0	7.4	7.0
18	129.0		8.8	
24	122.9	104.0	10.4	9.0
30	113.7		8.9	
36	100.5	87.0	9.5	9.0
42	104.3		8.5	
48	98.6	80.0	7.5	7.0
54	96.4		7.2	
60	90.8	75.0	6.5	5.0
66	82.3		6.2	
72	86.3	71.0	6.6	6.0

P04A10S20

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	90.7		5.3	
12	101.5	82.0	4.6	5.0
18	93.2		5.6	
24	88.8	69.0	5.8	6.0
30	90.1		4.9	
36	90.3	74.0	4.6	4.0
42	86.4		5.3	
48	81.2	67.0	5.4	5.0
54	85.5		5.2	
60	86.7	71.0	5.2	4.0
66	83.2		5.8	
72	80.2	68.0	5.9	5.0

P05A10S20

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	118.9		6.2	
12	107.1	87.0	5.4	5.0
18	114.2		4.3	
24	109.3	86.0	6.6	4.0
30	113.6		5.6	
36	117.4	95.0	5.1	4.0
42	114.6		4.2	
48	106.9	87.0	6.7	6.0
54	123.4		7.2	
60	131.7	110.0	9.9	8.0
66	120.8		7.1	
72	120.2	99.0	5.0	4.0

P03A10S30

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	82.5		4.5	
12	93.4	78.0	3.8	3.0
18	92.2		4.5	
24	86.5	69.0	4.7	4.0
30	90.1		4.8	
36	120.2	101.0	5.2	4.0
42	115.6		6.3	
48	89.8	76.0	7.4	6.0
54	105.7		7.1	
60	99.4	85.0	8.0	7.0
66	85.1		7.8	
72	88.6	77.0	7.8	7.0

P04A10S30

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	115.6		6.1	
12	120.8	102.0	6.0	5.0
18	112.8		5.9	
24	100.9	86.0	6.2	5.0
30	98.7		5.8	
36	94.3	80.0	5.0	4.0
42	95.2		4.9	
48	90.8	73.0	5.1	5.0
54	93.3		4.8	
60	109.2	98.0	5.2	5.0
66	98.1		5.0	
72	99.9	84.0	5.1	4.0

P05A10S30

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	101.2		4.8	
12	110.3	91.0	4.7	4.0
18	85.4		4.0	
24	89.3	76.0	4.3	4.0
30	108.5		4.6	
36	111.9	95.0	4.5	4.0
42	106.0		4.3	
48	101.7	87.0	3.5	3.0
54	106.2		4.2	
60	108.7	89.0	4.9	4.0
66	120.6		5.0	
72	109.6	88.0	4.8	5.0

P03A10S40

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	82.1		4.4	
12	64.6	56.0	4.5	4.0
18	73.5		4.0	
24	53.0	45.0	3.4	3.0
30	61.8		4.2	
36	71.1	61.0	4.9	5.0
42	73.4		4.0	
48	55.3	48.0	4.3	4.0
54	40.6		3.9	
60	68.5	54.0	4.4	4.0
66	63.6		4.1	
72	54.2	46.0	4.0	3.0

P04A10S40

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	45.3		3.5	
12	47.8	40.0	3.5	3.0
18	41.2		3.2	
24	39.6	31.0	3.2	2.0
30	42.3		3.1	
36	51.5	44.0	3.0	2.0
42	47.7		3.9	
48	43.4	35.0	3.0	2.0
54	45.2		3.4	
60	64.8	54.0	3.8	3.0
66	58.2		3.6	
72	50.0	42.0	3.3	3.0

P05A10S40

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	61.0		4.5	
12	48.3	39.0	3.4	3.0
18	101.3		5.1	
24	85.1	70.0	4.4	4.0
30	60.2		3.6	
36	46.7	34.0	3.1	2.0
42	57.2		3.2	
48	55.1	43.0	3.1	2.0
54	47.6		2.9	
60	40.6	31.0	2.8	2.0
66	36.1		2.8	
72	42.5	31.0	3.1	2.0

P03A10S50

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	58.4		6.0	
12	59.6	51.0	8.1	5.0
18	61.4		6.3	
24	63.2	54.0	6.5	5.0
30	54.3		6.1	
36	57.6	50.0	6.1	5.0
42	60.9		6.4	
48	65.7	56.0	6.6	5.0
54	70.1		7.0	
60	64.4	58.0	6.5	5.0
66	60.8		6.6	
72	62.3	55.0	6.8	6.0

P04A10S60

เวลา, ชม.	ความชื้นน้ำดิบ		ความชื้นน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ต.	เอ็นทียู	มก./ต.
6	65.4		5.9	
12	66.3	57.0	5.8	5.0
18	62.1		5.8	
24	70.6	61.0	6.0	5.0
30	61.4		5.8	
36	56.3	49.0	5.7	5.0
42	59.4		5.8	
48	61.7	52.0	5.9	5.0
54	63.4		6.0	
60	60.8	49.0	5.8	5.0
66	64.2		5.8	
72	59.9	48.0	5.7	4.0

P05A10S60

เวลา, ชม.	ความชื้นน้ำดิบ		ความชื้นน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ต.	เอ็นทียู	มก./ต.
6	56.7		4.1	
12	63.1	54.0	4.3	4.0
18	71.2		4.4	
24	60.8	52.0	4.3	4.0
30	54.3		3.9	
36	62.6	53.0	4.2	4.0
42	60.4		4.2	
48	58.5	49.0	4.1	3.0
54	65.9		4.3	
60	72.6	60.0	4.4	4.0
66	61.1		4.2	
72	53.8	45.0	4.1	3.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ P03A08S20 หมายถึง ใช้ไทลีมอร์ 0.3 มก./ต., สารส้ม 0.8 มก. A/ต.,
ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที

ก.1.2 การทดลองช่วงที่ 2 ผลของการเวียนมวลงของน้ำแข็ง

P04A10S30R0

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	59.9		2.8	
12	64.6	55.0	2.7	2.0
18	58.0		2.7	
24	73.1	61.0	2.8	3.0
30	66.7		2.8	
36	68.8	59.0	2.9	2.0
42	70.4		3.0	
48	70.6	59.0	3.2	3.0
54	71.4		3.1	
60	82.5	66.0	3.2	3.0
66	68.6		3.0	
72	68.5	54.0	3.0	2.0

P04A10S30R01

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	69.4		44.0	
12	77.5	65.0	4.6	4.0
18	74.7		4.1	
24	81.6	70.0	4.5	4.0
30	94.3		4.6	
36	105.0	87.0	4.7	4.0
42	93.1		4.5	
48	88.6	72.0	4.1	3.0
54	91.5		4.3	
60	97.9	84.0	4.2	4.0
66	88.3		4.0	
72	92.6	81.0	4.0	3.0

P04A10S30R02

เวลา, ชม.	ความชุ่มน้ำดิบ		ความชุ่มน้ำผลิต	
	เอ็นทียู	มก./ล.	เอ็นทียู	มก./ล.
6	69.4		4.0	
12	71.2	58.0	3.8	3.0
18	64.1		3.8	
24	68.8	54.0	3.2	2.0
30	66.3		3.8	
36	71.0	59.0	3.9	3.0
42	61.8		3.9	
48	60.8	51.0	4.0	3.0
54	66.5		4.3	
60	72.8	60.0	4.6	4.0
66	65.1		4.0	
72	61.1	46.0	4.1	3.0

หมายเหตุ P04A10S30R01 หมายถึง ใช้โพสิเมอร์ 0.4 มก./ล., สารส้ม 10 มก. AI/ล.,

ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที, อัตราเวียนมวลงของน้ำ 0.1

ก.2 ค่าพีเอชน้ำดิบ น้ำหลังกวนเร็ว น้ำหลังเวียนมวลของแข็งและน้ำผลิตที่เวลาต่างๆ

ก.2.1 การทดลองช่วงที่ 1 ผลของการปั่นกวน

P03A08S20

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.60	7.43	7.43
12	7.64	7.42	7.44
18	7.66	7.39	7.46
24	7.63	7.37	7.43
30	7.66	7.46	7.40
36	7.73	7.44	7.37
42	7.74	7.43	7.39
48	7.73	7.44	7.39
54	7.70	7.40	7.35
60	7.68	7.42	7.40
66	7.65	7.44	7.36
72	7.65	7.43	7.40

P04A08S20

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.53	7.31	7.26
12	7.55	7.32	7.26
18	7.53	7.31	7.25
24	7.52	7.28	7.25
30	7.56	7.33	7.29
36	7.52	7.31	7.28
42	7.53	7.31	7.26
48	7.50	7.30	7.24
54	7.54	7.33	7.28
60	7.54	7.33	7.26
66	7.52	7.30	7.25
72	7.49	7.29	7.23

P05A08S20

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.77	7.42	7.56
12	7.76	7.45	7.55
18	7.78	7.44	7.56
24	7.75	7.48	7.58
30	7.74	7.46	7.56
36	7.74	7.44	7.55
42	7.73	7.46	7.54
48	7.73	7.48	7.57
54	7.72	7.47	7.55
60	7.75	7.46	7.54
66	7.74	7.46	7.50
72	7.76	7.50	7.51

P03A08S30

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.61	7.35	7.34
12	7.63	7.37	7.35
16	7.64	7.38	7.36
24	7.60	7.35	7.34
30	7.65	7.39	7.36
36	7.63	7.36	7.34
42	7.63	7.37	7.34
48	7.64	7.37	7.34
54	7.65	7.38	7.36
60	7.62	7.35	7.33
66	7.64	7.38	7.35
72	7.64	7.39	7.36

P04A08S30

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.65	7.38	7.37
12	7.66	7.39	7.37
18	7.63	7.39	7.34
24	7.64	7.37	7.33
30	7.65	7.39	7.35
36	7.66	7.41	7.36
42	7.63	7.38	7.37
48	7.65	7.39	7.35
54	7.63	7.35	7.29
60	7.59	7.34	7.26
66	7.61	7.34	7.25
72	7.60	7.32	7.25

P05A08S30

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.66	7.40	7.36
12	7.67	7.42	7.36
18	7.68	7.44	7.39
24	7.68	7.43	7.40
30	7.67	7.41	7.38
36	7.65	7.39	7.37
42	7.66	7.38	7.37
48	7.64	7.38	7.36
54	7.63	7.36	7.34
60	7.60	7.34	7.29
66	7.61	7.36	7.29
72	7.61	7.36	7.27

P03A10S20

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.56	7.35	7.28
12	7.55	7.34	7.26
18	7.54	7.36	7.26
24	7.57	7.37	7.30
30	7.56	7.36	7.29
36	7.58	7.35	7.28
42	7.56	7.34	7.27
48	7.59	7.36	7.28
54	7.59	7.36	7.27
60	7.59	7.37	7.25
66	7.58	7.36	7.28
72	7.59	7.36	7.28

P04A10S20

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.70	7.41	7.37
12	7.68	7.41	7.37
18	7.68	7.42	7.35
24	7.69	7.41	7.40
30	7.70	7.42	7.42
36	7.69	7.42	7.40
42	7.69	7.41	7.39
48	7.70	7.40	7.36
54	7.71	7.40	7.37
60	7.72	7.43	7.40
66	7.70	7.40	7.38
72	7.73	7.40	7.37

P05A10S20

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.57	7.32	7.25
12	7.59	7.35	7.27
18	7.58	7.33	7.26
24	7.58	7.33	7.26
30	7.58	7.32	7.24
36	7.59	7.35	7.25
42	7.58	7.34	7.23
48	7.58	7.34	7.23
54	7.56	7.33	7.25
60	7.54	7.32	7.24
66	7.52	7.30	7.24
72	7.55	7.31	7.26

P03A10S30

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.58	7.28	7.24
12	7.58	7.28	7.23
18	7.57	7.28	7.23
24	7.56	7.27	7.24
30	7.56	7.27	7.24
36	7.56	7.27	7.23
42	7.53	7.23	7.20
48	7.50	7.22	7.17
54	7.53	7.25	7.23
60	7.54	7.27	7.22
66	7.55	7.27	7.23
72	7.56	7.27	7.23

P04A10S30

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.57	7.29	7.24
12	7.58	7.29	7.26
18	7.56	7.26	7.23
24	7.56	7.26	7.23
30	7.57	7.27	7.24
36	7.57	7.28	7.25
42	7.55	7.26	7.26
48	7.58	7.29	7.26
54	7.59	7.29	7.26
60	7.56	7.27	7.24
66	7.55	7.26	7.23
72	7.53	7.24	7.21

P05A10S30

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.52	7.27	7.25
12	7.51	7.26	7.25
18	7.50	7.26	7.24
24	7.52	7.27	7.24
30	7.51	7.26	7.25
36	7.49	7.25	7.23
42	7.50	7.26	7.24
48	7.50	7.26	7.23
54	7.51	7.26	7.24
60	7.48	7.24	7.22
66	7.50	7.26	7.23
72	7.51	7.26	7.24

P03A10S40

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.59	7.24	7.22
12	7.61	7.25	7.23
18	7.57	7.22	7.21
24	7.58	7.23	7.21
30	7.57	7.20	7.20
36	7.57	7.20	7.20
42	7.58	7.21	7.20
48	7.54	7.19	7.19
54	7.55	7.20	7.19
60	7.53	7.20	7.18
66	7.54	7.22	7.17
72	7.56	7.23	7.20

P04A10S40

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.65	7.30	7.29
12	7.66	7.30	7.30
18	7.64	7.28	7.28
24	7.64	7.27	7.27
30	7.65	7.30	7.28
36	7.64	7.28	7.27
42	7.65	7.27	7.28
48	7.69	7.29	7.27
54	7.60	7.23	7.20
60	7.57	7.21	7.15
66	7.57	7.20	7.15
72	7.66	7.19	7.14

P05A10S40

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.62	7.32	7.29
12	7.60	7.30	7.28
18	7.64	7.30	7.28
24	7.59	7.28	7.27
30	7.62	7.31	7.28
36	7.64	7.30	7.28
42	7.65	7.28	7.28
48	7.62	7.29	7.25
54	7.59	7.25	7.20
60	7.58	7.22	7.14
66	7.55	7.21	7.13
72	7.58	7.23	7.16

P03A10S60

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.63	7.30	7.29
12	7.64	7.32	7.31
18	7.61	7.29	7.30
24	7.62	7.30	7.28
30	7.62	7.31	7.28
36	7.63	7.31	7.28
42	7.65	7.33	7.30
48	7.64	7.32	7.30
54	7.65	7.34	7.32
60	7.66	7.35	7.34
66	7.66	7.34	7.29
72	7.64	7.32	7.30

P04A10S50

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.61	7.29	7.27
12	7.62	7.29	7.26
18	7.59	7.27	7.26
24	7.60	7.27	7.26
30	7.61	7.28	7.28
36	7.62	7.30	7.29
42	7.61	7.29	7.30
48	7.59	7.26	7.26
54	7.62	7.30	7.28
60	7.60	7.29	7.29
66	7.60	7.30	7.29
72	7.62	7.30	7.27

P05A10S50

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
6	7.59	7.26	7.26
12	7.60	7.27	7.26
18	7.60	7.27	7.26
24	7.57	7.26	7.23
30	7.61	7.27	7.27
36	7.59	7.26	7.24
42	7.60	7.26	7.25
48	7.59	7.26	7.26
54	7.58	7.25	7.26
60	7.61	7.28	7.27
66	7.60	7.27	7.27
72	7.60	7.27	7.27

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ P03A08S20 หมายถึง ใช้โพล์ติเมอร์ 0.3 มก./ล., สารส้ม 0.8 มก. A/ล.,
ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที

ก.2.2 การทดลองช่วงที่ 2 ผลของการเวียนมวดของแฉิ่ง

P04A10S30R0

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช			
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำหลังเวียนมวด	น้ำผลิต
6	7.62	7.38		7.36
12	7.63	7.36	-	7.35
18	7.64	7.36		7.38
24	7.61	7.33	-	7.33
30	7.62	7.34		7.34
36	7.62	7.37	-	7.34
42	7.62	7.33		7.32
48	7.60	7.32	-	7.33
54	7.63	7.33		7.34
60	7.62	7.30	-	7.30
66	7.62	7.33		7.32
72	7.59	7.30	-	7.30

P04A10S30R01

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช			
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำหลังเวียนมวด	น้ำผลิต
6	7.64	7.35		7.35
12	7.65	7.36	7.36	7.37
18	7.66	7.37		7.38
24	7.62	7.35	7.35	7.37
30	7.64	7.35		7.36
36	7.65	7.36	7.34	7.37
42	7.65	7.37		7.36
48	7.64	7.34	7.34	7.35
54	7.64	7.35		7.36
60	7.63	7.35	7.39	7.38
66	7.59	7.31		7.32
72	7.59	7.29	7.28	7.29

P04A10S30R02

เวลา, ชม.	ค่าพีเอช			
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำหลังเวียนมวล	น้ำผลิต
6	7.66	7.35		7.36
12	7.65	7.33	7.30	7.34
18	7.65	7.34		7.35
24	7.65	7.33	7.33	7.34
30	7.66	7.34		7.35
36	7.66	7.36	7.36	7.36
42	7.66	7.39		7.33
48	7.67	7.33	7.34	7.34
54	7.64	7.31		7.33
60	7.62	7.27	7.29	7.29
66	7.63	7.28		7.29
72	7.64	7.31	7.30	7.30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ P04A10S30R01 หมายถึง ใช้โพลีเมอร์ 0.4 มก./ล., สารส้ม 10 มก. A/ล.,
ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที, อัตราเวียนมวลของถัง 0.1

ก.3 สภาพต่างน้ำดิบ น้ำหลังทวนเร็ว และน้ำผลิตที่เวลาต่างๆ

ก.3.1 การทดลองช่วงที่ 1 ผลของการบั่นทวน

P03A08S20

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	81.4	77.7	75.6
24	86.1	81.9	77.7
36	84.0	79.8	77.7
48	88.2	81.9	77.7
60	86.1	81.9	77.7
72	84.0	79.8	79.8

P04A08S20

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	81.9	81.9	77.7
24	84.0	77.7	77.7
36	84.0	79.8	77.7
48	86.1	81.9	77.7
60	84.0	81.9	77.7
72	86.1	81.9	81.9

P05A08S20

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	84.0	81.4	81.9
24	81.9	79.8	79.8
36	84.0	81.4	79.8
48	86.1	81.4	81.9
60	81.9	79.8	79.8
72	84.0	79.8	81.9

P03A08S30

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	88.2	84.0	84.0
24	90.3	86.1	84.0
36	90.3	86.1	84.0
48	88.2	84.0	81.9
60	90.3	86.1	84.0
72	90.3	84.0	81.9

P04A08S30

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	88.2	84.0	84.0
24	88.2	86.1	84.0
36	90.3	88.2	84.0
48	90.3	86.1	86.1
60	90.3	84.0	81.9
72	88.2	86.1	84.0

P05A08S30

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	90.3	86.1	86.1
24	92.4	86.1	86.1
36	92.4	86.1	84.0
48	90.3	86.1	86.1
60	90.3	86.1	84.0
72	92.4	88.2	86.1

P03A10S20

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	79.8	75.6	73.5
24	79.8	73.5	71.4
36	86.1	79.8	75.6
48	86.1	81.9	77.7
60	88.2	84.0	79.8
72	84.0	79.8	77.7

P04A10S20

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	90.3	84.0	84.0
24	92.4	86.1	88.2
36	92.4	86.1	86.1
48	92.4	90.3	86.1
60	92.4	90.3	86.1
72	84.5	90.3	88.2

P05A10S20

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	81.9	77.7	77.7
24	81.9	77.7	77.7
36	81.9	75.6	73.5
48	81.9	77.7	75.6
60	79.8	73.5	73.5
72	81.9	75.6	75.6

P03A10S30

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	84.0	79.8	75.6
24	84.0	81.9	75.6
36	84.0	79.8	77.7
48	86.1	84.0	79.8
60	84.0	81.9	77.7
72	84.0	79.8	77.7

P04A10S30

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	84.0	77.7	77.7
24	86.1	79.8	79.8
36	86.1	81.9	79.8
48	90.3	84.0	81.9
60	88.2	81.9	79.8
72	86.1	79.8	77.7

P05A10S30

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังทวนเร็ว	น้ำผลิต
12	90.3	86.1	81.9
24	90.3	86.1	84.0
36	90.3	88.2	84.0
48	92.4	86.1	81.9
60	90.3	86.1	84.0
72	90.3	86.1	84.0

P03A10S40

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	90.3	84.0	81.9
24	92.4	88.1	81.9
36	88.2	84.0	81.9
48	92.4	84.0	79.8
60	92.4	84.0	81.9
72	92.4	88.1	84.0

PD4A10S40

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	88.2	81.9	77.7
24	90.3	81.9	79.8
36	88.2	81.9	79.8
48	88.2	81.9	81.9
60	90.3	84.0	81.9
72	88.2	81.9	79.8

P05A10S40

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	88.1	79.8	79.8
24	90.3	84.0	77.7
36	88.2	81.9	79.8
48	88.2	81.9	77.7
60	88.2	81.9	79.8
72	90.3	81.9	79.8

P03A10S50

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	94.5	88.2	84.0
24	96.8	88.2	88.1
36	96.8	90.3	88.1
48	98.7	92.4	88.2
60	94.5	90.3	88.2
72	96.8	90.3	88.1

P04A10S50

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	94.5	88.1	81.9
24	94.5	88.2	84.0
36	96.8	90.3	88.1
48	92.4	84.0	84.0
60	94.5	84.0	81.9
72	94.5	88.1	84.0

P05A10S50

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	90.3	84.0	81.9
24	90.3	84.0	79.8
36	92.4	88.1	81.9
48	90.3	84.0	79.8
60	92.4	88.1	81.9
72	92.4	88.2	84.0

หมายเหตุ P03A08S20 หมายถึง ใช้โพล์ลิเมอร์ 0.3 มก./ล., สารส้ม 0.8 มก. Al/ล.,
ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที

ก.3.2 การทดลองช่วงที่ 2 ผลของการเวียนมวลของแข็ง

P04A10S30R0

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	96.6	92.4	88.2
24	96.6	92.4	90.3
36	96.6	92.4	92.4
48	100.8	96.6	92.4
60	98.7	92.4	88.2
72	98.7	94.5	92.4

P04A10S30R01

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	98.7	92.4	90.3
24	98.7	94.5	90.3
36	96.6	90.3	88.2
48	96.6	90.3	88.2
60	96.6	88.2	88.2
72	96.6	90.3	90.3

P04A10S30R02

เวลา, ชม.	สภาพต่าง, มก.หินปูน/ล.		
	น้ำดิบ	น้ำหลังกวนเร็ว	น้ำผลิต
12	98.7	90.3	90.3
24	96.6	90.3	88.2
36	98.7	90.3	90.3
48	98.7	92.4	90.3
60	98.7	92.4	90.3
72	98.7	92.4	90.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ P04A10S30R01 หมายถึง ใช้โพล์เมอร์ 0.4 มก./ล., สารส้ม 10 มก. A/ล.,
ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที, อัตราเวียนมวลของแข็ง 0.1

ก.4 ค่าของแข็งทั้งหมดและเพลลิตที่ระดับและเวลาต่างๆ

ก.4.1 การทดลองช่วงที่ 1 ผลของการบั่นกวน

P03A08S20

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	36900	86900	60900	24900	23900	21900
24	19800	51200	42000	22000	18900	10400
36	17400	46000	38200	18900	15800	11600
48	21500	51200	36500	17600	15900	14400
60	16800	45000	31400	17300	15000	13500
72	20000	42600	33900	17200	14100	13600
เวลา, ชม.	ค่าเพลลิตที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	1060	5930	3490	350		
24	980	2860	2950	290		
36	1040	3020	3560	270		
48	1220	3050	2320	170		
60	910	4060	1870	160		
72	750	3110	2260	110		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

P04A08S20

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	18600	74700	48800	24900	17900	10900
24	17400	63400	44900	37400	23000	21600
36	23000	62600	45700	26200	19800	16400
48	27300	60300	48100	26300	20800	17300
60	28900	62800	45100	26600	16300	13800
72	34800	56600	45500	26300	20900	15100
เวลา, ชม.	ค่าพลัดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	330	4170	2380			
24	650	3370	2760			
36	860	6080	3840	1250	610	
48	1170	9080	7810	2140	1350	910
60	1960	10810	7880	4090	2060	420
72	2740	9820	7210	2550	1100	870

P05A08S20

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	65900	99300	82600	48400	40300	33900
24	48000	83800	74200	40300	37000	31600
36	37700	88800	72600	41200	33900	25400
48	41400	72300	61200	47600	31900	30800
60	66900	69100	64300	48400	29300	26700
72	46500	68600	62300	44200	30500	29800
เวลา, ชม.	ค่าพลัดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	2970	8140	5680			
24	1280	7720	5230			
36	1450	9210	5940			
48	1620	6850	6120			
60	4170	6570	4270			
72	3250	7940	5650			

P03A08S30

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	23500	45400	33900	15500	12500	10700
24	22400	44600	26700	14700	11900	8400
36	16600	36700	22000	12500	12000	7900
48	15400	42300	19700	13200	10200	6500
60	15100	37000	18500	12600	9700	6400
72	14000	40600	16100	12100	9400	6100
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	16420	25670	5050	3320	2160	1640
24	14560	24180	4540	2990	2330	1050
36	12430	21060	3890	3420	2040	960
48	10640	22150	3910	2710	1940	820
60	11440	20720	3420	2060	1860	760
72	9330	19090	3740	2140	1900	800

P04A08S30

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	38700	84700	21500	20700	20300	8200
24	40600	56900	18200	21100	15400	8900
36	22400	58700	23500	18800	19800	18000
48	42500	53000	20200	22400	17100	16800
60	42500	62900	26000	20900	21200	6200
72	45300	59900	23600	21800	19200	10400
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	26890	35880	2130	2790	2520	1650
24	27350	35180	3180	2980	2870	1080
36	9540	29440	4720	4140	2970	2750
48	24330	24000	3960	4090	3080	2850
60	23980	28490	4140	3870	3150	1710
72	25650	29470	3890	4060	2980	1890

P05A08S30

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	25400	73000	16700	13900	15700	9700
24	36900	70900	14600	15500	11200	9000
36	17400	62500	30100	19500	20400	11000
48	18100	81100	24100	23600	16800	7100
60	22300	65300	19300	26100	18900	12400
72	19000	63900	26900	21500	22100	8400
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	4630	35780	1740	1320	1160	680
24	15210	34820	1500	1290	1500	770
36	6550	25900	5490	1860	1760	490
48	5900	35620	3670	3540	3610	1320
60	8150	26780	3230	4920	4840	1160
72	6730	29380	5460	4500	4220	400

P03A10S20

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	14700	42800	29800	17500	18600	16800
24	19400	42700	22100	17200	13200	9300
36	18900	48000	15800	10100	12400	10600
48	19600	42300	21900	12500	13000	9400
60	22100	41000	24600	10900	12200	8500
72	20300	39900	28900	12200	9000	11200
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	2480	11100	7830	2950	5910	5460
24	3570	14400	6070	5550	5260	4300
36	4780	16700	2990	3200	2870	1270
48	3200	11510	4140	2970	4020	1010
60	2720	8970	4060	2780	4470	2100
72	2490	10690	5550	1870	3040	240

P04A10S20

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	43900	45300	43000	28400	20400	8800
24	23700	47600	45100	24800	20800	15500
36	19500	50700	40200	24400	20300	19300
48	19100	46100	34700	21800	16900	8800
60	44900	43300	36100	20800	20600	16900
72	39100	44400	38900	22100	17100	14400
เวลา, ชม.	ค่าเพดเด็ทที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	4460	7330	8730	3330	2390	730
24	2120	8100	9360	2400	1810	1240
36	2370	9990	9620	3880	4500	1450
48	2560	8820	9120	2340	2950	1020
60	5150	9650	8070	2190	3280	2600
72	5950	10130	8520	2360	3970	1290

P05A10S20

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	18700	42400	39400	22200	21900	24900
24	18200	53800	32600	23600	19500	13200
36	20900	59400	44900	24200	21200	16200
48	29300	59700	44600	27900	20200	14100
60	23800	48800	43600	26000	19100	12300
72	21500	52800	42800	25600	19800	14200
เวลา, ชม.	ค่าเพดเด็ทที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	2050	8110	7910	2840	3270	3510
24	2740	12840	6960	5660	6200	1150
36	2540	7930	9400	5850	4820	980
48	3950	12220	10450	6470	6370	1010
60	2990	11230	9950	6560	5480	950
72	3150	12370	8960	6410	5650	1180

P03A10S30

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	20600	41300	34400	16000	13700	11400
24	20500	38700	30000	17700	11700	8500
36	12800	40400	24300	15100	11700	6900
48	12000	32800	22700	14100	13100	7600
60	12500	31500	15800	12600	8300	4200
72	16600	35300	12700	8600	7700	4800
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	2960	10520	13030	5050	4020	1050
24	7740	13180	11760	8290	4480	850
36	2430	10960	5650	3530	3820	550
48	3340	10130	6050	2730	2210	1410
60	3990	9530	3010	1420	1080	680
72	4240	9130	3560	1390	1150	820

P04A10S30

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	19100	38800	31000	16700	12600	2700
24	18100	36000	27800	26100	14700	10100
36	18500	40600	33200	25300	16900	9700
48	17700	39100	35100	19900	16600	8200
60	19300	45400	40100	24100	15700	11200
72	18500	46000	39700	23200	17100	10800
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ต.					
	0	30	60	90	120	150
12	3540	7270	4100	2120	1820	1020
24	2990	7490	4760	4980	1970	2510
36	3610	8970	6150	4680	2220	1150
48	4440	9050	6000	3360	2110	1370
60	4570	9890	7750	3560	2210	1340
72	4330	9750	8680	3290	2340	1140

P05A10S30

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	32200	91500	21800	18400	20800	19200
24	18900	82800	23000	21800	17900	6800
36	33900	79200	24900	20100	19200	15800
48	38500	79000	24500	22100	15800	13600
60	33900	78000	24700	19100	18900	7900
72	24600	71100	23100	21800	15900	14700
เวลา, ชม.	ค่าเพลลิตที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	8660	41230	3130	3070	4130	1080
24	8170	43030	3750	3360	3950	470
36	7410	37260	4460	3120	3760	1210
48	7030	35880	5010	3730	3610	1350
60	7470	37120	4590	3860	3940	630
72	7530	36200	4330	4290	4140	200

P03A10S40

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	25900	52800	20400	12600	8500	3200
24	24700	59700	19800	11800	7200	3600
36	25900	43200	20700	15000	5500	1900
48	22100	49900	20400	15200	6700	1400
60	23400	40900	20400	16500	8600	6100
72	40300	41100	23000	16800	6600	5600
เวลา, ชม.	ค่าเพลลิตที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	7970	22060	4010	2990	1130	470
24	7640	23280	4120	2640	1010	260
36	8020	14320	4540	4430	860	340
49	6960	18540	2690	2510	820	160
60	6850	15200	4650	3950	980	760
72	14960	16080	4940	3710	1150	370

P04A10S40

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	29400	47400	25200	21800	16100	13800
24	22200	55400	26700	20300	15700	15500
36	27600	46100	24300	17800	14600	8600
48	24800	57500	26900	19400	15700	12700
60	19000	48200	22900	17500	13600	11700
72	21500	58300	23200	16600	13900	5000
เวลา, ชม.	ค่าเพดเล็ดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	6560	19830	5590	4310	3040	1400
24	5170	19860	5560	4200	2800	1700
36	9360	16380	5400	3660	1950	1010
48	9690	19800	6710	4960	3680	1340
60	7640	19750	5130	4660	3210	1060
72	7580	22820	4640	4150	3160	760

P05A10S40

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	28400	61200	41100	24300	18700	8400
24	30300	34500	38600	18300	15000	6600
36	29800	50100	41100	21400	17300	12600
48	20400	56400	36600	19900	17400	12200
60	20000	50500	38300	20700	16700	9900
72	29900	46100	35600	19500	15600	11100
เวลา, ชม.	ค่าเพดเล็ดที่ระดับ, กก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	6890	17880	12100	3950	4420	1370
24	8080	20120	10410	3580	4370	700
36	7040	16750	13180	6270	4990	910
48	5970	20300	10090	5390	4640	1300
60	4280	17270	13240	5870	4620	1110
72	7900	18510	12500	4080	4860	1240

P03A10S50

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	24400	48000	21600	11600	12000	4100
24	26100	50200	24500	12800	9500	4000
36	23300	44200	22400	10700	8200	3300
48	20600	48900	19700	9500	8600	2900
60	24800	49100	18600	8600	7700	3600
72	25100	46400	17900	10300	8900	4700
เวลา, ชม.	ค่าเหล็กที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	6430	14640	4200	3060	1630	640
24	7280	16270	4070	2950	1150	550
36	6610	11830	3880	3160	950	300
48	6060	13540	3650	3230	1010	440
60	6130	12750	4000	3010	920	460
72	6350	10980	2990	3070	980	530

P04A10S50

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	27100	56000	23000	16000	15100	9800
24	25300	53500	18800	15500	14000	10100
36	21600	49100	19000	20100	14700	7700
48	23200	50400	17600	14800	12700	6500
60	21000	48300	18100	14100	12000	7000
72	19800	47900	18600	14300	12600	9600
เวลา, ชม.	ค่าเหล็กที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	7160	16620	5380	4100	2700	1370
24	6840	18470	4640	3910	2580	1160
36	7040	12680	4830	4060	3030	980
48	5970	14540	4600	3710	2670	860
60	6740	13650	4970	3660	2690	950
72	6900	11780	4840	3580	2540	1060

P05A10S50

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	28400	47000	31300	21100	15400	8200
24	26500	48400	33800	18200	13800	7100
36	31400	45800	31000	19700	16000	9100
48	28100	50100	33700	18800	15500	6300
60	25500	42700	35900	17300	14700	10100
72	26000	44800	36000	19100	15100	8000
เวลา, ชม.	ค่าเพลล็ดที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	5970	16370	9210	5280	4770	1120
24	6700	18060	8150	4890	3970	950
36	7100	14440	9370	4820	4480	1360
48	6700	18400	10630	4460	4370	890
60	5840	12650	9990	3980	4350	1200
72	6010	14040	10130	4660	4800	980

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ P03A08S20 หมายถึง ใช้โพลิเมอร์ 0.3 มก./ล., สารส้ม 0.8 มก. A/ล.,
ความเร็วรอบกวน 2 รอบ/นาที

ก.4.2 การทดลองช่วงที่ ผลของการเวียนมวลของแข็ง

P04A10S30R0

เวลา, ชม.	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	35800	66800	57900	31800	20800	13400
24	30700	67800	53500	39300	23300	14700
36	28300	73000	50200	31200	23500	7200
48	27600	66400	47600	29800	22300	11300
60	20300	68800	45400	28900	23100	12100
72	20600	70300	46500	31100	21000	8100
เวลา, ชม.	ค่าเพลดัดที่ระดับ, มก./ล.					
	0	30	60	90	120	150
12	4160	19630	14960	7840	7060	1010
24	4090	18400	14420	8270	7350	820
36	4170	21260	15940	10640	7580	730
48	3990	20850	16080	10320	7060	1100
60	3660	22360	16590	9770	6970	970
72	3230	19340	12870	9260	7060	1010

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ P04A10S30R01 หมายถึง ใช้โพลิมเมอร์ 0.4 มก./ล., สารส้ม 10 มก. AI/ล.,
ความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที, อัตราเวียนมวลของแข็ง 0.1

P04A10S30R01

เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	10600	41000	35700	29300	21000	8300
24	11500	43200	36000	29300	25200	8700
36	10700	40500	33300	27400	22000	9700
48	14600	45500	37400	31300	17600	8200
60	12500	38000	31800	25700	22000	9700
72	17700	44500	34700	29600	25300	4800
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	830	4860	3060	1650	860	610
24	1130	5000	3250	2130	1010	220
36	680	4140	3450	1820	800	280
48	1040	4500	3750	2560	1520	420
60	780	3490	2890	1410	630	280
72	950	3680	2690	2170	1770	430

P04A10S30R02

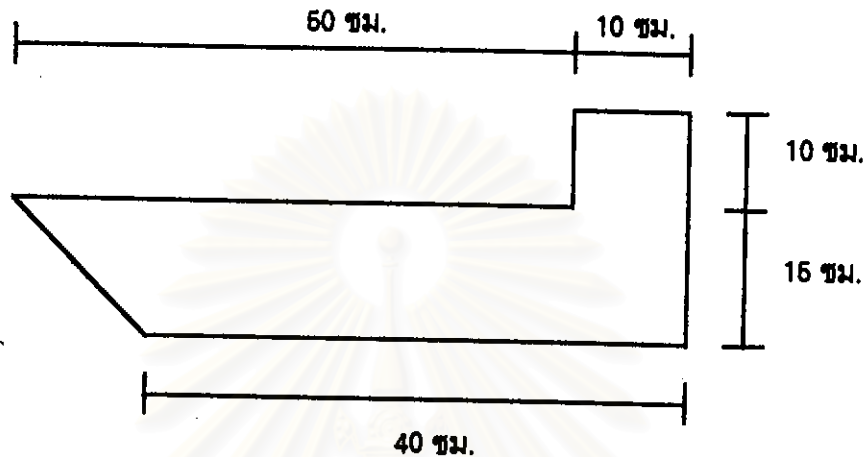
เวลา, ชม.	ค่าของแรงทั้งหมดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	26800	44700	28100	25500	24000	7100
24	23800	34200	32200	26400	23100	8900
36	33500	34600	27200	21900	20500	6100
48	15700	31800	24100	20900	18900	8500
60	20400	32100	22600	17500	14900	9500
72	20700	33500	21500	16600	16000	3100
เวลา, ชม.	ค่าเพลลัดที่ระดับ, กก./ส.					
	0	30	60	90	120	150
12	2740	8120	2900	1110	1130	460
24	2530	4780	2860	1280	1270	230
36	3750	4670	2020	850	730	130
48	1670	4620	1780	770	450	130
60	2510	5070	1630	410	280	300
72	2720	5020	1390	610	340	70

ภาคผนวก ข รายการคำนวณ

ข.1 การคำนวณค่าความบวมภายในชั้นมวลของแข็ง

โบริกอนที่ใช้มี 3 ลักษณะคือ

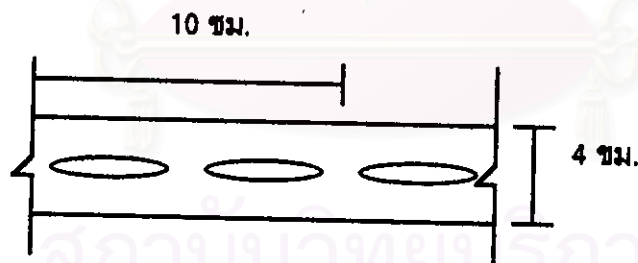
1. โบริกอนรูปสี่เหลี่ยมคางหมูติดที่ระดับ 20 ซม. จากกันถึงจำนวน 2 โบริกอนรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 โบริกอนรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (not to scale)

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ A1} &= 2 \times (0.5 \times (0.6 + 0.4) \times 0.15 + 0.1 \times 0.1) \\ &= 0.17 \text{ ตร.ม.} \end{aligned}$$

2. โบริกอนเหล็กฉากกว้าง 4 ซม. ยาว 60 ซม. เจาะรูขนาด 0.7x3 ซม. ติดที่ระดับ 40, 65, 95, 130 ซม. จากกันถึง ชั้นละ 2 โบริกอน จำนวน 8 โบริกอน ดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 โบริกอนเหล็กฉากเจาะรูขนาด 0.7x3 ซม. (not to scale)

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ A2} &= 8 \times (0.6 \times (0.04 \times 0.1 - 2 \times (0.03 \times 0.007))) \\ &= 0.172 \text{ ตร.ม.} \end{aligned}$$

3. โบริกอนเหล็กฉากกว้าง 4 ซม. ยาว 30 ซม. เจาะรูขนาด 0.7x3 ซม. ติดที่ระดับ 40, 65, 95, 130 ซม. จากกันถึง ชั้นละ 2 โบริกอน จำนวน 8 โบริกอน ดังรูปที่ ข.2

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ A3} &= 8 \times (0.3 \times (0.04 \times 0.1 - 2 \times (0.03 \times 0.007))) \\ &= 0.086 \text{ ตร.ม.} \end{aligned}$$

จากสมการ Camp; $P = 0.5C_D \rho A v^3$ (3.2)

P = พลังงานที่ใช้ในการกวนน้ำ, วัตต์

C_D = ค่าคงที่สำหรับใบกวนแต่ละชนิด (ใบพาย = 1.8)

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ, กก./ลบ.ม. (998 กก./ลบ.ม.)

A = พื้นที่ใบกวน, ตร.ม.

v = ความเร็วสัมพัทธ์ใบกวน, ม./วิ.

$$= 0.75 \text{ เท่าของความเร็วยรอบ}$$

$$= 0.75 \times n \times 2 \times 22/7 \times l / 60$$

l = ความยาวใบกวนจากศูนย์กลาง, ม.

n = ความเร็วรอบกวน, รอบ/นาที

$$P_1 = 0.5 \times 1.8 \times 998 \times 0.17 \times (0.75 \times n \times 2 \times 22/7 \times 0.65/60)^3$$

$$= 0.0203n^3$$

$$P_2 = 0.5 \times 1.8 \times 998 \times 0.172 \times (0.75 \times n \times 2 \times 22/7 \times 0.65/60)^3$$

$$= 0.0206n^3$$

$$P_3 = 0.5 \times 1.8 \times 998 \times 0.086 \times (0.75 \times n \times 2 \times 22/7 \times 0.35/60)^3$$

$$= 0.0016n^3$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$= 0.0203n^3 + 0.0206n^3 + 0.0016n^3$$

$$= 0.0425n^3$$
 (ข.1)

จากสมการ Camp; $P = G^2 \mu V$ (3.1)

$$G = (P/\mu V)^{0.5}$$
 (ข.2)

G = ความเร็วเกรเดียนท์หรือระดับความปั่นป่วน, วิ^{-1}

μ = ความหนืดน้ำ, นิวตัน-วิ/ตร.ม. (0.00089 นิวตัน-วิ/ตร.ม.)

V = ปริมาตรน้ำในถังกวน, ลบ.ม.

แทน (ข.1) ใน (ข.2); $G = (0.0425n^3 / (0.00089 \times 2.257))^{0.5}$

$$= 4.6n^{1.5}$$
 (ข.3)

จากสมการ (ข.3) $n = 2$; $G = 4.6 \times 2^{1.5}$

$$= 13.0 \text{ วิ}^{-1}$$

$n = 3$; $G = 4.6 \times 3^{1.5}$

$$\begin{aligned}
 &= 23.9 \text{ วินาที}^{-1} \\
 n = 4; \quad G &= 4.6 \times 4^{1.5} \\
 &= 36.8 \text{ วินาที}^{-1} \\
 n = 5; \quad G &= 4.6 \times 5^{1.5} \\
 &= 51.4 \text{ วินาที}^{-1}
 \end{aligned}$$

เวลาที่กักน้ำภายในรั้วมวลของแข็ง $t = V/Q$

$$\begin{aligned}
 &= 2.257/15 \\
 &= 0.15 \text{ ชม.} \\
 &= 540 \text{ วิ.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n = 2; \quad Gt &= 13.0 \times 540 \\
 &= 7,020
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n = 3; \quad Gt &= 23.9 \times 540 \\
 &= 12,906
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n = 4; \quad Gt &= 36.8 \times 540 \\
 &= 19,872
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n = 5; \quad Gt &= 51.4 \times 540 \\
 &= 27,756
 \end{aligned}$$

ข.2 การคำนวณความหนาแน่นประสิทธิผลไหลเต็ด

จากสมการ Stoke; $V_c = g(\rho_s - \rho)d^2/18\mu$ (ข.4)

V_c = ความเร็วจมตัวของแข็ง, ม./วิ.

g = ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงโลก, ม./วิ^2 (9.81 ม./วิ^2)

ρ_s = ความหนาแน่นของของแข็ง, กก./ลบ.ม.

ρ = ความหนาแน่นน้ำ, กก./ลบ.ม.

$(\rho_s - \rho)$ = ความหนาแน่นประสิทธิผลของของแข็ง, กก./ลบ.ม.

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของของแข็ง, ม.

μ = ความหนืดน้ำ, นิวตัน-วิ/ตร.ม. ($0.00089 \text{ นิวตัน-วิ/ตร.ม.}$)

$$\begin{aligned}
 (\rho_s - \rho) &= 18V_c\mu/gd^2 \\
 &= 18 \times 0.00089V_c / (9.81 \times d^2)
 \end{aligned}$$

$$= 0.001633Vc/d^2 \quad (ข.5)$$

ตัวอย่าง เพลล็ดขนาด 0.3 มม. (0.0003 ม.) ความเร็วจมตัว 60 ม./ชม. (0.01667 ม./วิ.)

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ (ข.5); } (\rho_s - \rho) &= 0.001633Vc/d^2 \\ &= 0.001633 \times 0.01667 / 0.0003^2 \\ &= 302 \text{ กก./ลบ.ม.} \\ &= 0.302 \text{ ก./ลบ.ชม.} \end{aligned}$$

ข.3 การคำนวณปริมาณสารส้ม

สมมุติสารส้มน้ำมี Al_2O_3 = 6.500 % (จากการวัดปริมาณอลูมินา)

$$\begin{aligned} \text{มี Al} &= 6.500 \times 54 / 102 \\ &= 3.44 \% \end{aligned}$$

สมมุติถ.พ.สารส้มน้ำ = 1.265 (จากการวัดค่าถ.พ.)

$$\begin{aligned} \text{สารส้มน้ำ 1 ล. มี Al} &= 1.265 \times 3.44 / 100 \\ &= 0.0435 \text{ กก.} \\ &= 43.5 \text{ ก.} \end{aligned}$$

เตรียมสารส้มเหลวโดยใช้สารน้ำ 1 ล. ต่อน้ำประปา 19 ล.

$$\begin{aligned} \text{สารส้มเหลว 1 ล. มี Al} &= 43.5 / 20 \\ &= 2.175 \text{ กก.} \end{aligned}$$

สมมุติใช้สารส้ม 1.0 มก. Al/ล. อัตราไหล 15 ลบ.ม./ชม.

$$\begin{aligned} \text{ต้องเติม Al} &= 15 \times 1,000 \times 1.0 / 1,000 \\ &= 15 \text{ ก. Al/ชม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้องเติมสารส้มเหลว} &= 15 / 2.175 \\ &= 6.90 \text{ ล./ชม.} \end{aligned}$$

ข.4 การคำนวณมวลของแข็งทั้งหมดและเพลล็ดในถังสร้างเพลล็ด

ปริมาณชั้นมวลของแข็งที่ระดับต่างๆ ดังรูปที่ ข.3

ตัวอย่าง สมมุติค่า TS และเพลล็ดที่ระดับต่างๆ

ที่ระดับ 0 ซม. จากกันถึง ค่า TS = 30,000 มก./ล. เพลล็ด = 4,000 มก./ล.

30 ซม. จากกันถึง ค่า TS = 70,000 มก./ล. เพลล็ด = 20,000 มก./ล.

60 ซม. จากกันถึง ค่า TS = 50,000 มก./ล. เพลล็ด = 15,000 มก./ล.

90 ซม. จากกันถึง ค่า TS = 32,000 มก./ล. เพลล็ด = 10,000 มก./ล.

120 ซม. จากกันถึง ค่า TS = 22,000 มก./ล. เพลล็ด = 7,000 มก./ล.

150 ซม. จากกันถึง ค่า TS = 10,000 มก./ล. เพลล็ด = 1,000 มก./ล.

$$\begin{aligned} \text{มวลของแข็งทั้งหมด} &= 30,000 \times 42 + 70,000 \times 360 + 60,000 \times 530 + 32,000 \times 530 \\ &\quad + 22,000 \times 530 + 10,000 \times 265 \end{aligned}$$

$$= 84,230,000 \text{ มก.}$$

$$= 84.23 \text{ กก.}$$

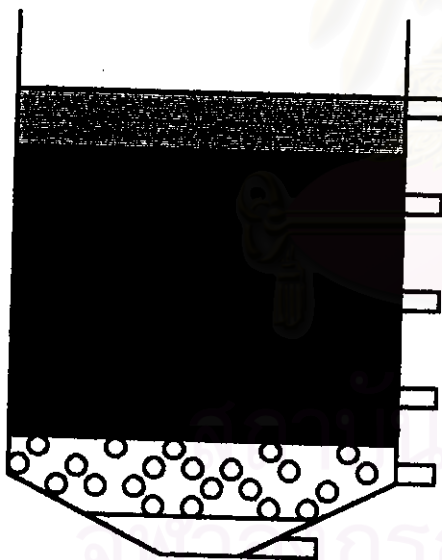
$$\begin{aligned} \text{มวลเพลล็ด} &= 4,000 \times 42 + 20,000 \times 360 + 15,000 \times 530 + 10,000 \times 530 \\ &\quad + 7,000 \times 530 + 1,000 \times 265 \end{aligned}$$

$$= 24,693,000 \text{ มก.}$$

$$= 24.69 \text{ กก.}$$

$$\% \text{ เพลล็ด} = 24.69 / 84.23$$

$$= 29.19 \%$$



$$V_{150} = 265 \text{ ล.}$$

$$V_{120} = 530 \text{ ล.}$$

$$V_{90} = 530 \text{ ล.}$$

$$V_{60} = 530 \text{ ล.}$$

$$V_{30} = 360 \text{ ล.}$$

$$V_0 = 42 \text{ ล.}$$

รูปที่ ข.3 ปริมาตรชั้นมวลของแข็งที่ระดับต่างๆ

ภาคผนวก ค วิธีการเริ่มต้นระบบ (start-up)

การทดลองนี้ใช้ดินคาโอสลินเป็นความชุ่มชื้นเพราะใช้ในการเริ่มต้นระบบ โดยทำการเริ่มต้นระบบเป็น 2 ช่วงโดยมีเงื่อนไขดังนี้

ช่วงที่ 1

1. ค่าของแรงแขวนลอย (จากการคำนวณ)	=	10,000	มก./ล.
2. ค่าอสมิโน้มต่อความชุ่ม (ALT)	=	0.001 (10 มก. AI/ล.)	
3. ค่าโพสิเมอร์ต่อความชุ่ม (PT)	=	0.00025 (2.5 มก./ล.)	
4. ความเร็วน้ำไหลขึ้น	=	6.7	ม./ชม.
5. ระยะเวลา	=	2	ชม.
6. ปริมาณดินคาโอสลินทั้งหมด	=	200	กก.

ช่วงที่ 2

1. ค่าของแรงแขวนลอย (จากการคำนวณ)	=	3,000	มก./ล.
2. ค่าอสมิโน้มต่อความชุ่ม (ALT)	=	0.002 (8 มก. AI/ล.)	
3. ค่าโพสิเมอร์ต่อความชุ่ม (PT)	=	0.0005 (1.5 มก./ล.)	
4. ความเร็วน้ำไหลขึ้น	=	8.5	ม./ชม.
5. ระยะเวลา	=	40	ชม.
6. ปริมาณดินคาโอสลินทั้งหมด	=	1,800	กก.

การเริ่มต้นระบบทำโดยเตรียมดินคาโอสลินเข้มข้น 100,000 มก./ล. ในถังเตรียมดินคาโอสลิน จากนั้นป้อนดินคาโอสลินเข้าในเส้นท่อไปรวมกับน้ำดิบในสัดส่วนเพื่อให้ได้ความเข้มข้นของแรงแขวนลอย 10,000 และ 3,000 มก./ล. ในช่วงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แล้วป้อนสารส้มในปริมาณที่กำหนด และผ่านการกรองเร็วด้วยเครื่องกรองสถิตยในเส้นท่อ จากนั้นเติมสารโพสิเมอร์ชนิดไม่มีประจุในปริมาณที่กำหนดที่บริเวณกั้นถัง ภายในถังจะมีการกรองด้วยความเร็วรอบกวน 3 รอบ/นาที ($G=23.9 \text{ วิ}^{-1}$) เมื่อเวลาผ่านไปชั้นมวลของแข็งภายในถังจะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับ 150 ซม. จากกั้นถังจึงปล่อยมวลของแข็งส่วนเกินออกเพื่อควบคุมระดับชั้นมวลของแข็งไว้ที่ 150 ซม. จากกั้นถัง ส่วนน้ำใสจะไหลออกที่บริเวณส่วนบนของถัง

ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์ปริมาณอลูมินา (Al_2O_3) ในสารส้มน้ำ (คู่มือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนวิเคราะห์คุณภาพน้ำระบบผลิตฝ่ายโรงงานผลิตน้ำสามเสน-ธนบุรี การประปานครหลวง)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บิวเรต
2. สอทเพลท
3. เครื่องกวนแม่เหล็ก

สารเคมี

1. 1/20 M EDTA (Ethylenediamine tetraacetic acid disodium salt) ละลายสาร EDTA 18.613 ก. ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ล.
2. Sodiumacetate buffer ละลายสารโซเดียมอะซิเตท ($CH_3COONa \cdot 3H_2O$) 272 ก. ด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1 ล.
3. 0.1 % Xylenol orange indicator ละลายสารไซลีนออเรนจ์ 0.1 ก. ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มล.
4. 1/50 M Zn ซึ่งสังกะสีบริสุทธิ์ 1.307 ก. แล้วหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ปริมาตร 6-7 มล. นำไปต้มเพื่อให้สังกะสีละลายจนหมด (ระวังอย่าให้แห้ง และควรตัดสังกะสีเป็นชิ้นเล็กๆ) หลังจากนั้นนำไปเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ล.

วิธีวิเคราะห์

นำสารส้มประมาณ 10 มล. ซึ่งให้ได้น้ำที่แน่นอน เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 500 มล. ใช้ปิเปตดูดสารละลายนี้ 20 มล. ใส่ลงใน flask แล้วเติมสารละลาย 1/20 M EDTA ปริมาตร 20 มล. นำไปต้มจนเดือด 1 นาทีแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเติมสารละลายบัฟเฟอร์โซเดียมอะซิเตท 5 มล. แล้วหยดไซลีนออเรนจ์ 5 หยด นำไปไตเตรทกับสารละลายสังกะสี 1/50 M จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีแดงอ่อน ทำ Blank test โดยใช้ น้ำกลั่น 20 มล. ผ่านขั้นตอนเช่นเดียวกับตัวอย่าง

การคำนวณ

% Al_2O_3	=	$(0.00102(B'-B) \times 100) / S \times 20 / 500 - (C \times 0.9128)$
โดย B'	=	ปริมาตร Zn (eq.) ที่ใช้ไตเตรทกับ Blank, มล.
B	=	ปริมาตร Zn (eq.) ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง, มล.
C	=	ปริมาณเหล็กในสารส้มน้ำ, %
0.9128	=	ค่าเปลี่ยนเหล็กเป็นอลูมินา (Conversion factor)

S = นน.ของสารส้มตัวอย่าง, ก.

ภาคผนวก จ วิธีหาค่ามวลเพลเล็ตในตัวอย่าง

ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่เก็บที่ระดับต่างๆภายในถังสร้างเพลเล็ต 100 มล. ลงในบีกเกอร์ขนาด 1 ล. เติมน้ำประปาจนมีปริมาตร 1 ล. (ระวังอย่าเติมน้ำแรงเพราะจะทำให้เพลเล็ตแตก) จากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 นาทีให้เพลเล็ตจมตัวลง เทน้ำส่วนบนที่ไม่มีเพลเล็ตออกแล้วเติมน้ำประปาอีก ทำซ้ำจนกระทั่งเหลือแต่เพลเล็ต (ประมาณ 10-15 ครั้ง) จึงเทเอาเพลเล็ตใส่ในถ้วยไปเข้าตู้อบที่ $103-105^{\circ}\text{C}$ ประมาณ 5 ชม. จึงนำออกมาชั่งเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณเพลเล็ต



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ บันทึกงานวิจัย

- 23 ส.ค. 41 ทำการเริ่มต้นระบบ (start-up) โดยใช้ดินคาโธลิตตามรายละเอียดในภาคผนวก ค ซึ่งพบว่าประมาณชม.ที่ 12 ของการเริ่มต้นระบบช่วงที่ 2 เริ่มพบเพลลิตที่ระดับ 0 และ 30 ชม.จากกันดั๋ง เพลลิตมีลักษณะทรงกลมขนาดเล็ก (ประมาณ 0.1-0.6 มม.)และมีสีขาวเหมือนกับสีของดินคาโธลิต
- 26 ส.ค. 41 เริ่มการทดลองช่วงที่ 1 ผลของการบั่นทอน เริ่มวันที่ 1 P05A08S20 ใช้สารส้ม 0.8 มก. A/ล. โพลีเมอร์ 0.6 มก./ล. และความเร็วรอบทวน 2 รอบ/นาที เมื่อเวลาผ่านไปพบว่ามวลภายในถังเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อนๆ (สีของความขุ่นน้ำดิบ) และพบเพลลิตที่ระดับ 0-60 ชม.จากกันดั๋งมีสีขาวปนน้ำตาลอ่อนๆ ปิดรับวันที่ 28 ส.ค. 41
- 1 ก.ย. 41 หลังจากวันที่ 1 ปิดการทดลองไว้ 3 วัน มวลของแข็งภายในถังจมตัวลงสู่กันดั๋งและติดอยู่ที่ผนังกันดั๋ง (ไม่กวาดกวาดไม่ถึง) จึงต้องปล่อยน้ำใสภายในถังออกแล้วลงไปโยยมวลของแข็งที่ติดอยู่ที่กันดั๋ง จากนั้นจึงเริ่มวันที่ 2 P03A08S20 ซึ่งหลังจากรับเป็นเวลา 12 ชม.พบเพลลิตสีน้ำตาลอ่อนที่ระดับ 0-90 ชม.จากกันดั๋ง โดยที่ระดับ 90 ชม.จากกันดั๋งจะพบเพลลิตขนาดเล็กในปริมาณเล็กน้อย และปิดรับวันที่ 4 ก.ย. 41
- 4 ก.ย. 41 เริ่มวันที่ 3 P04A08S20 ต่อจากวันที่ 2 เลย พบว่าชม.ที่ 12 และ 24 พบเพลลิตที่ระดับ 0-60 ชม.จากกันดั๋ง ชม.ที่ 36 เริ่มพบเพลลิตที่ระดับ 0-120 ชม.จากกันดั๋ง ชม.ที่ 48 พบเพลลิตที่ทุกระดับที่ทำการเก็บตัวอย่าง เมื่อเวลาผ่านไปมวลของแข็งและเพลลิตภายในถังจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเรื่อยๆจนมี สีคล้ายกับความขุ่นน้ำดิบ และปิดรับวันที่ 7 ก.ย. 41
- 8 ก.ย. 41 เริ่มวันที่ 4 P03A10S20 เมื่อเวลาผ่านไปไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลงมากนัก จนประมาณ ชม.ที่ 64 พบว่าสายยางเติมโพลีเมอร์แตก ทำให้โพลีเมอร์ไม่ถูกป้อนเข้าภายในถังมวลของแข็งภายในถังบางส่วนจึงหลุดออกไปกับน้ำผลิตและของควบคุมระดับเพลลิตที่ 160 ชม.จากกันดั๋ง จึงเปลี่ยนสายยางใหม่แล้วเริ่มรับระบบใหม่
- 13 ก.ย. 41 เติระบบทิ้งไว้โดยป้อนสารเคมีตามปกติประมาณ 24 ชม.จนระดับมวลของแข็งขึ้นมาถึงที่ระดับ 160 ชม.จากกันดั๋งจึงเริ่มนับเวลารับวันที่ 4 ใหม่
- 14 ก.ย. 41 เริ่มวันที่ 4 P04A10S20 ใหม่ซึ่งพบเพลลิตที่ทุกระดับชั้นที่เก็บตัวอย่าง มวลของแข็งและเพลลิตมีสีน้ำตาลเหมือนกับความขุ่นน้ำดิบ ปิดรับวันที่ 17 ก.ย. 41
- 19 ก.ย. 41 เริ่มวันที่ 5 P05A10S20 โดยก่อนเริ่มรับจะลงไปโยยมวลของแข็งที่ติดอยู่ที่บริเวณกันดั๋ง และปิดรับวันที่ 22 ก.ย. 41

- 23 ก.ย. 41 เริ่มวันที่ 6 P03A10S20 โดยก่อนเริ่มรันจะลงไปโกยมวลของแข็งที่ติดอยู่ที่บริเวณก้นถัง และปิดรันวันที่ 26 ก.ย. 41
- 28 ก.ย. 41 เริ่มวันที่ 7 P03A10S30 ต่อจากวันที่ 6 เลขจึงไม่ต้องลงไปโกยมวลของแข็งที่ติดอยู่ที่บริเวณก้นถัง และปิดรันวันที่ 29 ก.ย. 41
- 29 ก.ย. 41 เริ่มวันที่ 8 P04A10S30 ต่อจากวันที่ 7 เลขจึงไม่ต้องลงไปโกยมวลของแข็งที่ติดอยู่ที่บริเวณก้นถัง และปิดรันวันที่ 2 ต.ค. 41
- 2 ต.ค. 41 เริ่มวันที่ 9 P05A10S30 ต่อจากวันที่ 8 เลข เมื่อเวลาผ่านไปจนประมาณชม.ที่ 56 ไฟฟ้าที่โรงงานผลิตน้ำดิบทำให้น้ำหยุดไหลเข้าระบบ และเมื่อไฟฟ้ามาปั๊มที่เดิมสารส้มและโพสเอร์จึงเดิมสารเคมีตามปกติโดยที่น้ำดิบไม่ไหลเข้าระบบ (ประมาณ 2-3 ชม.) ทำให้ภายในถังมีโพสเอร์มากกว่าปกติ ชั้นมวลของแข็งจึงจมตัวลงที่บริเวณก้นถัง เมื่อมาพบจึงเปิดเครื่องสูบน้ำดิบเข้าระบบทำให้ชั้นมวลของแข็งสูงขึ้นแต่พบว่าสูงไม่ถึงระดับที่ควบคุม (150 ซม.จากก้นถัง)จึงเดินระบบทิ้งไว้อีกประมาณ 24 ชม.จึงเริ่มวันที่ 9 ใหม่ ซึ่งพบว่าเพลลีสมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ควรจะเป็น ต้นนิษฐานว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากโพสเอร์ที่เดิมเข้าไปมากกว่าปกติ
- 5 ต.ค. 41 เริ่มวันที่ 9 P05A10S30 ใหม่ พบว่าเพลลีสมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อยและมีปริมาณมากกว่าที่ควรเป็น ปิดรันวันที่ 8 ต.ค. 41
- 8 ต.ค. 41 เริ่มวันที่ 10 P05A08S30 ต่อจากวันที่ 9 เลข และปิดรันวันที่ 11 ต.ค. 41
- 13 ต.ค. 41 เริ่มวันที่ 11 P04A08S30 โดยก่อนเริ่มรันจะลงไปโกยมวลของแข็งที่ติดอยู่ที่บริเวณก้นถัง และปิดรันวันที่ 16 ต.ค. 41
- 16 ต.ค. 41 เริ่มวันที่ 12 P03A08S30 ต่อจากวันที่ 11 เลข และปิดรันวันที่ 19 ต.ค. 41
- 26 ต.ค. 41 เริ่มวันที่ 13 P05A10S40 โดยก่อนเริ่มรันจะลงไปโกยมวลของแข็งที่ติดอยู่ที่บริเวณก้นถัง และปิดรันวันที่ 29 ต.ค. 41
- 29 ต.ค. 41 เริ่มวันที่ 14 P04A10S40 ต่อจากวันที่ 13 เลข และปิดรันวันที่ 1 พ.ย. 41
- 1 พ.ย. 41 เริ่มวันที่ 15 P03A10S40 ต่อจากวันที่ 14 เลข และปิดรันวันที่ 4 พ.ย. 41
- 4 พ.ย. 41 เริ่มวันที่ 16 P03A10S50 ต่อจากวันที่ 15 เลข และปิดรันวันที่ 7 พ.ย. 41
- 7 พ.ย. 41 เริ่มวันที่ 17 P04A10S60 ต่อจากวันที่ 16 เลข และปิดรันวันที่ 10 พ.ย. 41
- 10 พ.ย. 41 เริ่มวันที่ 18 P05A10S60 ต่อจากวันที่ 17 เลข และปิดรันวันที่ 13 พ.ย. 41
- 14 พ.ย. 41 เริ่มการทดลองช่วงที่ 2 ผลของการเวียนมวลของแข็ง โดยก่อนเริ่มรันจะป้อนดินคาโอ

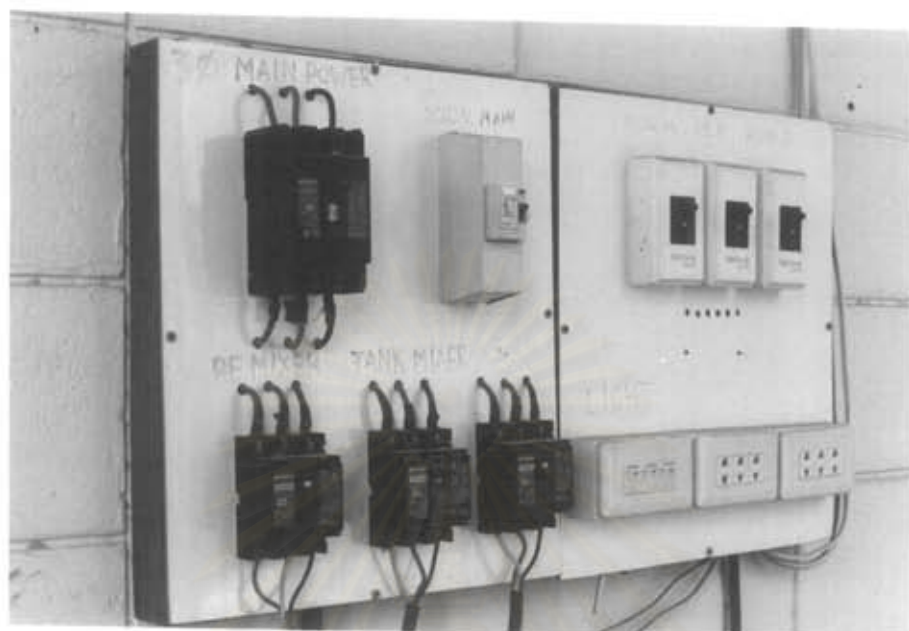
- ลินที่ความเข้มข้น 3,000 มก./ล.เป็นเวลา 2 ชม. (เหมือนตอนเริ่มต้นระบบ)เพื่อเพิ่ม
มวลของแข็งและเพลิงเต็ดในถังสร้างเพลิงเต็ด แล้วเดินระบบต่อโดยใช้น้ำดิบจริงอีก 48
ชม. เพื่อให้ระบบปรับตัวเข้าสู่สมดุลก่อนจึงเริ่มวันที่ 19 P04A10S30R0
- 16 พ.ย. 41 เริ่มวันที่ 19 P04A10S30R0 และปิดรันวันที่ 19 พ.ย. 41
- 19 พ.ย. 41 เริ่มวันที่ 20 P04A10S30R01 ต่อจากวันที่ 19 เลข ซึ่งวันนี้มีการเวียนมวลของแข็งพบว่า
มวลของแข็งและเพลิงเต็ดลดลงจำนวนมากเนื่องจากความปั่นป่วนของเครื่องสูบน้ำ
เวียนมวล ทำให้เพลิงเต็ดและฟล็อกภายในถังแตกออกกลายเป็นภาระเพิ่มให้กับระบบ
และปิดรันวันที่ 22 พ.ย. 41
- 22 พ.ย. 41 เริ่มวันที่ 21 P04A10S30R02 ต่อจากวันที่ 20 โดยพักเครื่องประมาณ 2 ชม.ก่อนแต่
ปล่อยให้ น้ำดิบไหลเข้าถัง ซึ่งพบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มคล้ายกับวันที่ 20 กล่าวคือ
มวลของแข็งและเพลิงเต็ดลดลง และปิดรันวันที่ 25 พ.ย. 41

ภาคผนวก ข รูปภาพอุปกรณ์การทดลอง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ข.1 ถังสร้างเพลตขนาดตันแบบเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 ซม. สูง 250 ซม. พร้อมอุปกรณ์



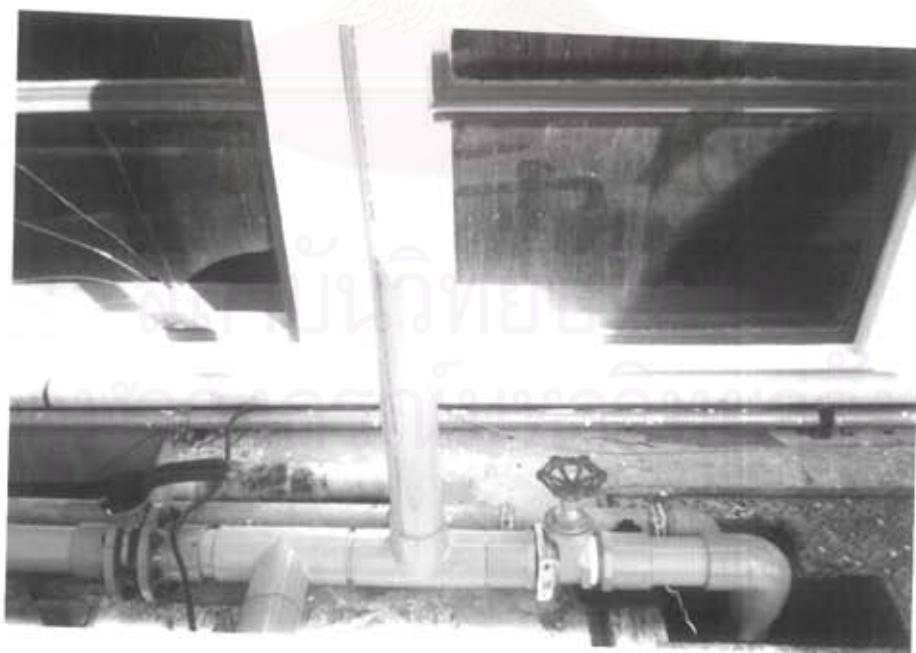
รูปที่ ๒.๒ แผงควบคุมระบบไฟฟ้า



รูปที่ ๒.๓ ท่อสูบน้ำเข้าระบบ



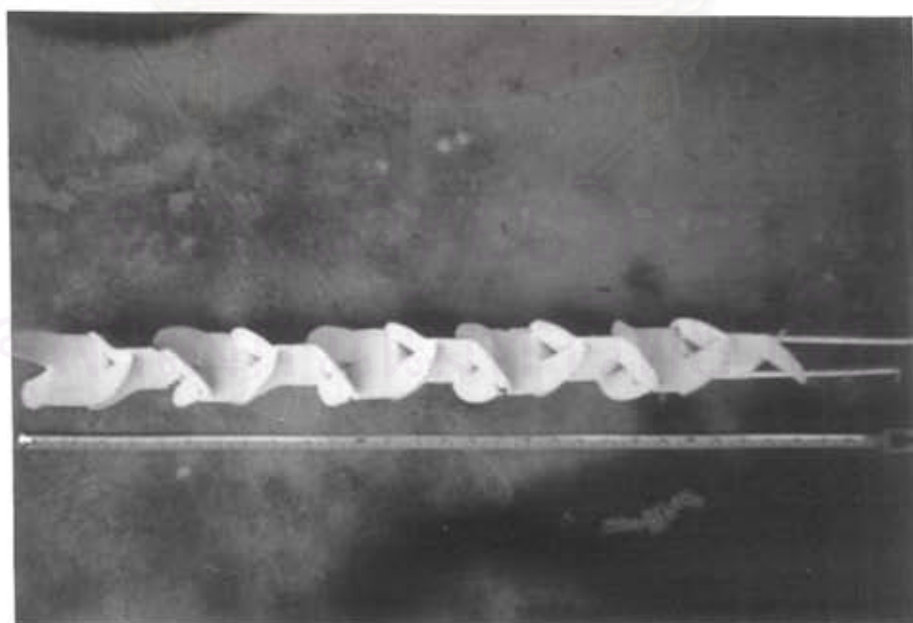
รูปที่ ข.4 เครื่องสูบน้ำเข้าระบบขนาดท่อ 4 นิ้ว



รูปที่ ข.6 วาล์วควบคุมอัตราไหลเข้าระบบ



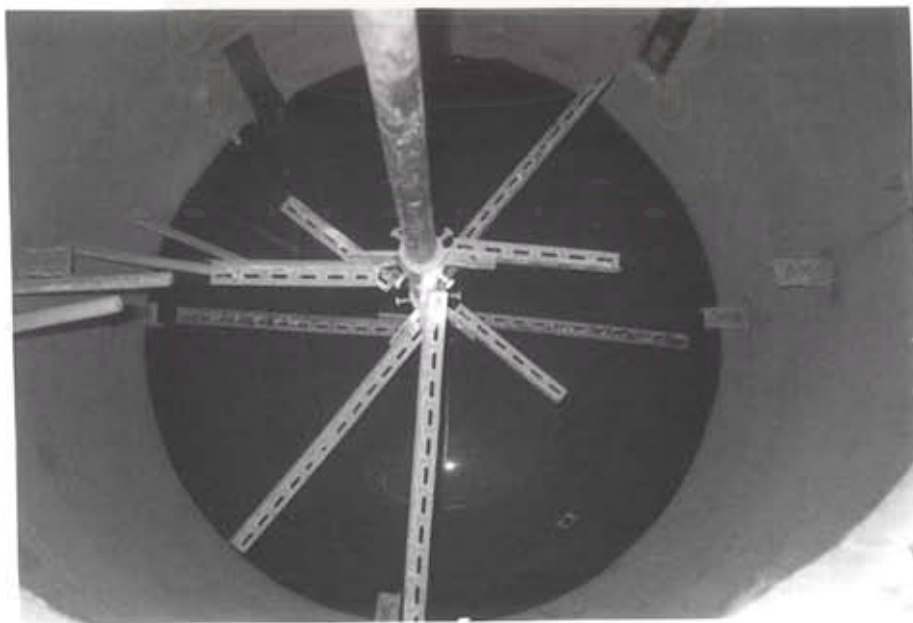
รูปที่ ข.6 ท่อน้ำไหลเข้าภายในบวรจวเครื่องกวนตติย



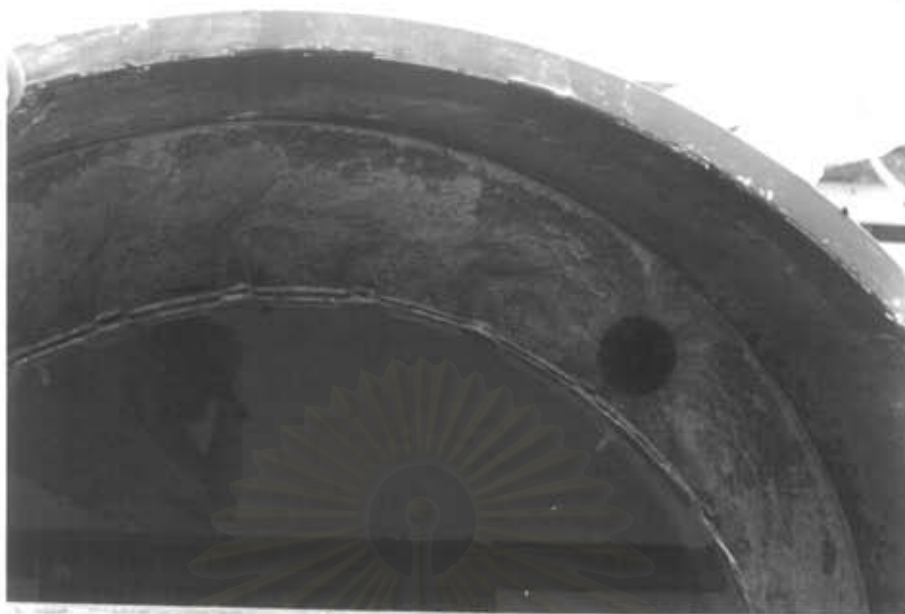
รูปที่ ข.7 เครื่องกวนตติยยาว 75 ซม.



รูปที่ ๘.๘ มวลของแข็งและเพดลิตภายในถังสร้างเพดลิตที่ระดับ 60-90 ซม.จากกันดั้



รูปที่ ๘.๙ ลักษณะการจัดในกวางภายในถังสร้างเพดลิตพร้อมท่อเก็บตัวอย่างยาว 30 ซม.



รูปที่ ข.10 ฝ่ายระบายน้ำผลิต



รูปที่ ข.11 เครื่องกวนพร้อมถังเตรียมสารโพตัสเมอ์

ประวัติผู้เขียน

นายสุขุม ตีประหลาด เกิดวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2519 ที่อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2539



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย