รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กานตพันธุ์ พิศาลสุขสกุล, "ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของการป้อนกลับเพลเล็ตเพื่อลดปริมาณความต้องการสารเคมีในกระบวนการสร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

คณิศ ม่วงศิริ, "ผลของพีเอชต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538

ณัฐนารถ ประสมศรี,"โคแอกกูแลนท์และโคแอกกูแลนท์เอดจากเมล็ดมะรุม", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และกาญนิถา ครองธรรมชาติ, "การใช้โพลีอลูมินั่มคลอไรด์ในการกำจัดสีในน้ำเสียจากโรงย้อม", คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

นฤชา ฤชุพันธ์, "การก่อเม็ดตะกอนด้วยสารส้ม", วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

บัณฑิต ชาญณรงค์, "การกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น" ,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

ปริญญา ณ นคร, "ผลของความสูงชั้นเพลเล็ตต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น" ,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, "วิศวกรรมการประปา เล่ม 1", ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, "คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ", ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538

สุชาติ สถิตมั่นในธรรม, "เทคนิคการไทเทรตคอลลอยด์ในการควบคุมขบวนการโคแอกกูเลชัน" , วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526

สุรเชษฐ์ พลวณิช, "ความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติของการกำจัดความขุ่นโดยกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้นสำหรับน้ำดิบความขุ่นต่ำ" ,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

อาชวัน อิ่มเอิบธรรม, "ผลของโพลีเมอร์ต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นในกระบวนการสร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น" ,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ภาษาอังกฤษ</u>

Amitharajar,A.,and Mills , K.M. ; Rapid - Mix design for mechanism of alum coagulation, <u>J.AWWA.</u> 74 (1982) : 210-216.

Bratby, J. <u>Coagulation and Flocculation</u> , England:Upland press, 1980.

Fair,G.M.,Geyer,J.C. and Morris,J.C. <u>Water Supply and Wastewater Disposal</u> , N.Y.: John Wiley & Sons, 1963.

Goshu Chemical Co.,LTD.n.d. <u>PAC Poly Aluminum Chloride</u> unpublished paper. (Mimeographed)

Gregory,J.Effect of Polymer on Colloid Stability, <u>The Scientific Basis of Flocculation</u> (Kenneth J.Ive editor) Netherland : Sijthoff &Noordoff International Publishers, 1978.

Kawamura,S. <u>Integrated Design of Water Treatment Facilities</u>.,N.Y.:John Wiley & Sons, 1991.

Kawamura,S., Tanaka, Y. Applying Colloid Titration Technique to coagulant Dosage Control, <u>Water and Sewage Work</u>.,113 (1966) : 348

Kemmer .F.N. , ed.<u>The Nalco Water Handbook</u>. 2nd ed.N.Y. , 1988.

O'Melia,C.R., ; Coagulation and Flocculation , <u>Physiochemical process for water quality control</u>., 1972.

Patric N.Johnson and A.Amitharajah; Ferric chloride and alum as single and dual coagulants, Research and Technology, May 1983 : 232-239.

Stumm,W.and Morgan,J.J.; Chemical Aspect of Coagulation., <u>Journal American Water Works Association</u>. 54 (1962).

Stumm,W.and O"Melia,C.R.; Stoichiometry of Coagulation<u>, Journal American Water Works Association</u>. 60 (1968).

Suzuki, T., Tambo, N. and Ozawa, G. ; A New Sewage Treatment System with Fluidized Pellet Bed Separator, <u>Water Science Technology.Vol.27 No.11</u> (1993) : 185-192.

Tambo ,N. And Matsui , Y.; Metastable State Operation for Seperation Fluidized - Bed Pellet Seperation, <u>Proceedings for the 6th Asia Pacific Reginal Water Supply Conference</u>, 1987.

Tambo ,N. And Matsui , Y.; Performance of Fluidized Pellet Bed Seperator for High-Concentration Suspention Removal, <u>Aqua. Vol.38 No.1</u>(1989):16-22.

Tambo ,N. And Wang ,X. ; Treatment of Highly Turbid and Colored Water by Fluidized Pellet Bed Seperation , Proceedings for the 8th Asia Pacific Reginal Water Supply Conference, 1992.

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

Tambo ,N. And Wang ,X. ; Application of fluidized pellet bed technique in the treatment of high colored and turbid water, J. Water SRT-Aqua Vol.42 No.5,(1993) : 301-309.

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.

Tambo ,N. And Wang ,X. and Matsui,Y.; Kinetic of fluidized pellet bed process I. Characteristic of particle motions , J. Water SRT-Aqua Vol.42 No.3,(1993) : 146-154.

Tambo ,N. And Wang ,X. and Matsui,Y. ; Kinetic study of fluidized pellet bed process II. Devolopement of a matmetical model, J. Water SRT-Aqua Vol.42 No.3,(1993) : 155-165.

Tambo ,N. Ozawa,G. Kiihara, Y. and Ohba,A. ; Replacement of the final settling basin by a fluidized pellet bed separator to improve efficiency of activated sludge system,Water Sci. Tech. Vol.27 No.11,(1993) : 253-256.

Viraraghavan,T., Wimmer, C.H., Poiyaluminum Chloride as Alternative to Alum Coagulation - A Case Study . Aqua No.6 (1988).

Yusa M.,Suzuki H. and Tanaka S. ; Separating liquids from solids by pellet flocculation, J. AWWA. 57 (July 1975) : 307-402.

ภาคผนวก ก

รายการคำนวน

ก-1 <u>การคำนวนมวลเพลเล็ตในอุปกรณ์สร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น</u>

ในการทดลองช่วงความขุ่นสูงและความขุ่นต่ำมีการเก็บตัวอย่างน้ำดิบต่างกันคือ ในช่วงความขุ่นสูงทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากอุปกรณ์สร้างเพลเล็ต 4 ระดับ คือ 40, 70, 100 และ 130 ซม.จากก้นกระบอก แต่ในช่วงความขุ่นต่ำมีการเก็บตัวอย่างน้ำ 5 ระดับ โดยเพิ่มการเก็บที่ระดับ 0 ซม.ด้วย แต่จากการวิเคราะห์ค่าเอสเอสที่ระดับ 0 และ 40 ซม.ในช่วงความขุ่นต่ำ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้น การคำนวนมวลเพลเล็ตในช่วงความขุ่นสูง จึงกำหนดให้เอสเอสที่ระดับ 0 และ 40 ซม. มีค่าเท่ากัน

มวลเพลเล็ตในอุปกรณ์สร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้นโดยการคำนวน สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวนได้ดังนี้

<u>ตัวอย่างการคำนวนหาดุลมวลการทดลองที่ H-A18.73-P.3-V9.6</u>

(1) solids mass เข้า (gm/6hr)

ก.ชั่วโมงที่ 0-6 วัดค่าเอสเอสเข้าระบบฯ ณ ชั่วโมงที่ 0 = 160 มก./ล.

ข.ชั่วโมงที่ 6-12 วัดค่าเอสเอสเข้าระบบฯ ณ ชั่วโมงที่ 6 = 150 มก./ล.

อัตราไหลน้ำดิบเข้าสู่ระบบฯ = 19920 ซม.^{3}/ชม.

ระหว่างชม.ที่ 0 ถึง 6 ; SS เข้าระบบฯ = $\frac{160 \text{ มก/ล.}}{1000} \times \frac{19920 \text{ ซม.}^3\text{/ชม.}}{1000} \times 6$ ชม. = 19.12 ก/6ชม.

ระหว่างชม.ที่ 6 ถึง 12 ; SS เข้าระบบฯ = $\frac{150 \text{ มก/ล.}}{1000} \times \frac{19920 \text{ ซม.}^3\text{/ชม.}}{1000} \times 6$ ชม. = 17.93 ก/6ชม.

(2) alum+polymer (gm/12hr)

ปริมาณสารส้มที่ใช้ วันละ 21.09 กรัม และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.16 กรัม

ดังนั้น สารส้ม + โพลีเมอร์ = 21.09+0.16 = 21.25 ก./วัน = 10.63 ก./12ชม.

(3) solids mass น้ำผลิต (gm/6hr)

ก.ชั่วโมงที่ 0-6 วัดค่าเอสเอสออกจากระบบฯ ณ ชั่วโมงที่ 0 = 20 มก./ล.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.ชั่วโมงที่ 6-12 วัดค่าเอสเอสออกจากระบบฯ ณ ชั่วโมงที่ 6 = 150 มก./ล.

อัตราไหลน้ำผลิตออกจากระบบฯ = 21960 ซม.^{3}/ชม.

ระหว่างชม.ที่ 0 ถึง 6 ; SS เข้าระบบฯ = $\frac{20 \text{ มก/ล.}}{1000} \times \frac{21960 \text{ ซม.}^3\text{/ชม.}}{1000} \times 6$ ชม. = 2.64 ก/6ชม.

ระหว่างชม.ที่ 6 ถึง 12 ; SS เข้าระบบฯ = $\frac{10 \text{ มก/ล.}}{1000} \times \frac{21960 \text{ ซม.}^3\text{/ชม.}}{1000} \times 6$ ชม. = 1.32 ก/6ชม.

(4) solids mass ทิ้ง (gm/6hr)

ชั่วโมงที่ 0 ถึง 6 ; ระบายเพลเล็ตทิ้งครั้งที่ 1 450 ซม^3 วัดค่าเอสเอสได้ 17.43 ก/ลิตร

SS drain = $\frac{450 \text{ ซม.}^3}{1000} \times 17.43$ ก/ลิตร = 7.84 ก/6ชม.

ชั่วโมงที่ 6 ถึง 12 ; ระบายเพลเล็ตทิ้งครั้งที่ 2 345 ซม^3 วัดค่าเอสเอสได้ 18.35 ก/ลิตร

SS drain = $\frac{345 \text{ ซม.}^3}{1000} \times 18.35$ ก/ลิตร = 6.33 ก/6ชม.

(5) mass ตัวอย่างน้ำ (gm/12hr)

ก. ชั่วโมงที่ 0 ; เพลเล็ตที่ระบายออกจากระบบฯ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์หา parameter ต่างๆ

ที่ระดับ 40 ซม. ปริมาณตัวอย่างน้ำ 70 มล., วัดค่า SS ได้ = 22.78 ก/ลิตร

ที่ระดับ 70 ซม. ปริมาณตัวอย่างน้ำ 60 มล., วัดค่า SS ได้ = 21.44 ก/ลิตร

ที่ระดับ 100 ซม.ปริมาณตัวอย่างน้ำ 62 มล., วัดค่า SS ได้ = 18.17 ก/ลิตร

ที่ระดับ 130 ซม.ปริมาณตัวอย่างน้ำ 70 มล., วัดค่า SS ได้ = 17.95 ก/ลิตร

$SS_{sample} = \{\frac{70}{1000} \times 22.78\} + \{\frac{60}{1000} \times 21.44\} + \{\frac{62}{1000} \times 18.17\} + \{\frac{70}{1000} \times 17.95\}$

= 1.59 + 1.29 + 1.13 + 1.26

= 5.27 ก/12ชม.

ข. ชั่วโมงที่ 12 ; เพลเล็ตที่ระบายออกจากระบบฯ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์หา parameter ต่างๆ

ที่ระดับ 40 ซม. ปริมาณตัวอย่างน้ำ 65 มล., วัดค่า SS ได้ = 25.20 ก/ลิตร

ที่ระดับ 70 ซม. ปริมาณตัวอย่างน้ำ 62 มล., วัดค่า SS ได้ = 23.38 ก/ลิตร

ที่ระดับ 100 ซม.ปริมาณตัวอย่างน้ำ 58 มล., วัดค่า SS ได้ = 23.60 ก/ลิตร

ที่ระดับ 130 ซม.ปริมาณตัวอย่างน้ำ 69 มล., วัดค่า SS ได้ = 20.11 ก/ลิตร

$$SS_{sample} = \{\frac{65}{1000} \times 25.20\} + \{\frac{62}{1000} \times 23.38\} + \{\frac{58}{1000} \times 23.60\} + \{\frac{69}{1000} \times 20.11\}$$

$$= 1.64 + 1.45 + 1.37 + 1.39$$

$$= 5.85 \text{ ก/12ชม.}$$

(6) mass ในกระบอก (gm)

ปริมาณของแข็งในกระบอก ณ ชั่วโมงที่ 12 สามารถหาได้จากการนำ mass เริ่มต้นที่ชั่วโมงที่ 0 (52.77 กรัม) รวมกับ solids mass เข้าจากชั่วโมงที่ 0 ถึง 12 (19.12+17.93) และ alum+polymer ใน 12 ชั่วโมง(10.63) ลบด้วย solids mass น้ำผลิตจากชั่วโมงที่ 0 ถึง 12(2.64+1.32), solids mass ทิ้งใน 12 ชั่วโมง (7.84+6.33) และ mass ตัวอย่างน้ำใน 12 ชั่วโมง (5.27+5.85)

ดังนั้น ; massในกระบอก ณ ชม.ที่ 12 = 52.77+19.12+17.93+10.63-2.64-1.32-7.84-6.33-5.27-5.85

= 71.20 กรัม

ก-2 <u>การคำนวนมวลเพลเล็ตจากการทดลอง</u>

<u>ขั้นตอนการหามวลเพลเล็ต</u>

1.เก็บตัวอย่างเพลเล็ตที่ระดับ 0, 40, 70, 100 และ 130 ซม.จากก้นกระบอก และหาค่าเอสเอสที่ระดับความสูงต่าง ๆ

2.เขียนกราฟระหว่าง เอสเอสและระดับความสูง

3.คำนวนพื้นที่ใต้กราฟและระดับความสูง

4.หาค่ามวลเพลเล็ตโดยมวลเพลเล็ตเท่ากับ พื้นที่ใต้กราฟคูณกับพื้นที่หน้าตัดของกระบอก

<u>ตัวอย่างการคำนวนหามวลเพลเล็ต ณ ชั่วโมงที่ 72 การทดลองที่ H-A18.73-P.3-V9.6</u>

1.วัดค่าเอสเอสที่ความสูงต่าง ๆ

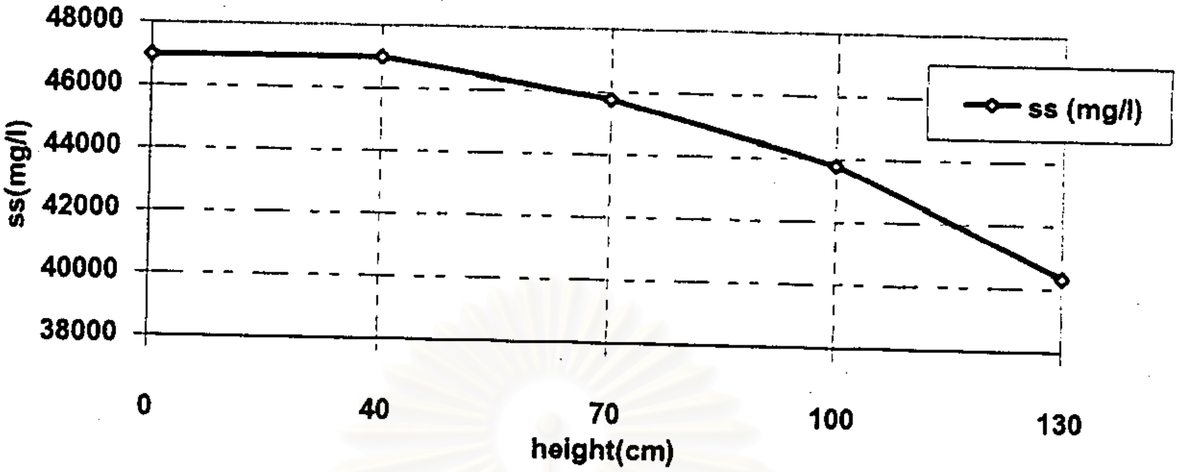
ระดับ 40 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 46.95 มก/ล.

ระดับ 70 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 45.75 มก/ล.

ระดับ 100 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 43.79 มก/ล.

ระดับ 130 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 40.32 มก/ล.

2.เขียนกราฟระหว่างเอสเอสและระดับความสูง



3.คำนวนพื้นที่ใต้กราฟระหว่างเอสเอสกับระดับความสูง

พื้นที่ใต้กราฟ = [(46950)(40) + (1/2)(46950+45750)(30) + (1/2)(45750+43790)(30) + (1/2)(43790+40320)(30)] x 10^{-6} ก./ซม.^{2}

= 5.873 ก./ซม.^{2}

4.คำนวนมวลเพลเล็ต

มวลเพลเล็ต = พื้นที่ใต้กราฟ x พื้นที่หน้าตัดกระบอก

= 5.873 x (π /4) $(5.4)^2$ ก.

= 134.51 ก.

ก-3 <u>การคำนวนความหนาแน่นเพลเล็ตในอุปกรณ์สร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น</u>

การคำนวนความหนาแน่นเพลเล็ตในอุปกรณ์สร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้นใช้สมการของสโต๊ค (Stoke's law)

$$V_s = g(P_s - P)d^2/(18\mu)$$

โดย V_s คือ ความเร็วในการตกตะกอนของอนุภาค ม./วท.

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ม./วท.$^{-2}$

P_s คือ ความหนาแน่นของมวลดิน กก./ม.^{3}

P คือ ความหนาแน่นน้ำ กก./ม.^{3}

d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางเพลเล็ต ม.

μ คือ ความหนักพลศาสตร์ของน้ำ นิวตัน-วท./ม.^{2}

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการทดลองช่วงความขุ่นสูง ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.กรณีใช้สารส้ม 18.73 มก/ล. วัดขนาดเพลเล็ตที่ระดับ 130 ซม.ได้ 0.21 มม. ความเร็วจมตัวเพลเล็ต 9.66 ม/ชม. เมื่อ Ps = 2380 กก./ม.^{3} , P = 1000 กก./ม.^{3} และ $\mu = 0.9 \times 10^{-3}$ นิวตัน-วท./ม.^{2} นำมาแทนค่าในสมการ

$$9.6 \times 60 \times 60 = 9.81\,(Ps - 1000)\,(0.21 \times 10^{-6})^2 / (18 \times 0.9 \times 10^{-3})$$

$$Ps = 1.10 \quad \text{ก./ ซม.}^{-2}$$

ก-4 <u>การคำนวนเวลากักของแข็ง</u>

การคำนวนเวลากักของแข็งในระบบ คำนวนจากมวลเพลเล็ตในชั้นเพลเล็ตหารด้วยอัตราทิ้งเพลเล็ตโดยคิดที่ระหว่างชั่วโมงที่ 49 ถึง 72

มวลเพลเล็ตในชั้นเพลเล็ตจากการทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 72 กรณีใช้สารส้ม 18.73 มก/ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล. ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.ในช่วงความขุ่นสูง(ตารางที่ 5.17) เท่ากับ 134.51 กรัม และอัตราทิ้งเพลเล็ตระหว่างชั่วโมงที่ 49 ถึง 72 (ตารางที่ 5.18) เท่ากับ 37.67+39.82 = 77.49 กรัม

ดังนั้น เวลากักของแข็ง = 134.51/77.49 = 1.74 วัน

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์การทดลอง

ข-1 <u>การวิเคราะห์ปริมาณอะลูมิเนียม</u> (มั่นสิน 2538)

การวิเคราะห์ปริมาณอะลูมิเนียมใช้วิธี Eriochrome Cyanine R Colorimetric โดยใช้เครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์(Spectrophotometer)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. สเปคโทรโฟโตมิเตอร์
2. หลอดเนสสเลอร์
3. เครื่องแก้ว

ล้างเครื่องแก้วทั้งหมดด้วยกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น(1+1) ที่อุ่น แล้วล้างกรดออกให้หมดด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง

สารเคมี

1. สารละลายอะลูมิเนียมเข้มข้น (Stock Aluminium Solution)

สารละลายอะลูมิเนียมเข้มข้นนี้ 1.00 มล.จะมีอะลูมิเนียม 500 ไมโครกรัม การเตรียมสารละลายนี้อาจใช้โลหะหรือเกลืออะลูมิเนียมก็ได้

1.1 ละลายโลหะอะลูมิเนียม 500 มล. ในกรดเกลือเข้มข้นที่ทำให้ร้อน ปริมาตร 10 มล. เจือจางให้เป็น 1,000 มล. ด้วยน้ำกลั่น หรือ

1.2 นำอะลูมิเนียมโปแทสเซียมซัลเฟต (Aluminium Potassium Sulfate) หรือโปแตสเซียมอลัม (Potassiium alum,$ALK(SO_4)_2.12H_2O$) จำนวน 8.791 กรัม ละลายในน้ำและเจือจางเป็น 1,000 มล.

2. สารละลายมาตรฐานอะลูมิเนียม (Standard Aluminium Solution)

เจือจาง สารละลายอะลูมิเนียมเข้มข้น ปริมาตร 10.00 มล. ให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น สารละลายนี้ 1.00 มล. จะมีอะลูมิเนียม 5.00 ไมโครกรัม นักวิเคราะห์ที่ดีควรเตรียมสารละลายนี้ให้เฉพาะต่อวัน

3. กรดกำมะถันเข้มข้น 0.02 นอร์มัล และ 6 นอร์มัล

4. สารละลายกรดแอสคอบิค (Ascorbic Acid)

นำกรดแอสคอร์บิค 0.1 กรัมละลายในน้ำและเจือจางเป็น 100 มล. ในขวดวัดปริมาตร ควรเตรียมสารละลายนี้ใหม่ทุกครั้งที่ใช้

5. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Reagent)

นำโซเดียมอะเซเตต (Sodium Acetate) $NaC_2H_3O_2$ $3H_2O$) 136 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วเติมกรดอะเซติค 1 นอร์มัล จำนวน 40 มล. เจือจางเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

6. สารละลายสีย้อมเข้มข้น (Stock Dye Solution) : ใช้สีย้อม Eriochrome Cyanine R : $ นำมา 150 มก.ละลายในน้ำประมาณ 50 มล. ปรับพีเอชจากพีเอชประมาณ 9 เป็น 2.9 ด้วย กรดอะเซติค (1+1) ประมาณ 2 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มล.ด้วยน้ำกลั่น สารละลายสีย้อมเข้มข้นจะอยู่ตัวนาน สามารถเก็บรักษาได้นานอย่างน้อย 1 ปี

7. สารละลายสีย้อมพร้อมใช้ (Working Dye Solution)

เจือจางสารลเลายสีย้อมเข้มข้นที่เลือก 10.0 มล. ให้เป็น 100 มล. ในขวดวัดปริมาตรด้วยน้ำกลั่น สารละลายนี้อยู่ได้นานอย่างน้อย 6 เดือน

8. สารละลายเมทิลออเรนท์อินดิเคเตอร์ (Methyl Orange Indicator) หรือบรอมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ (Bromcresol Green Indicator)

เหมือนกับที่ใช้ในการวิเคราะห์สภาพด่างทั้งหมด

9. อีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

ละลายไดโซเดียมเอทิลลีนไดเอมีนเตตราแอซีติคแอซิคไดไฮเดรต (Sodium Salt of Ethylenediame Tetraacetic Acid Dihydrate) 3.7 กรัม ในน้ำและเจือจางเป็น 1 ลิตร

10. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล และ 0.1 นอร์มัล

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน (Calibration Curve)

1.1 เตรียมชุดสารละลายมาตรฐานอะลูมิเนียม ความเข้มข้น 0 - 7 ไมโครกรัม ใส่หลอดเนสสเลอร์ขนาด 50 มล. เติมน้ำให้มีปริมาตร 25 มล.

1.2 เติมกรดกำมะถัน 0.02 นอร์มัล จำนวน 1 มล. ใส่ในสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นเขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมกรดแอสคอบิค 1 มล. เขย่า จากนั้นเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 10 มล. เขย่า สุดท้ายเติมสารละลายสีย้อมพร้อมใช้ จำนวน 5.00 มล. ด้วยปิเปตวัดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 50 มล.ทันที เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 5-10 นาทีแล้วนำไปวัดความเข้มข้นสีด้วยเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ สีจะเริ่มจางลงหลังจาก 15 นาที

1.3 อ่านค่าทรานสมิตสแตนซ์ (Tranmittance) หรือ แอบซอร์พแบนซ์ (Absorbance) จากเครื่องสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ ใช้ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ปรับแอบซอร์พแบนซ์ เป็นศูนย์ ด้วยสารละลายที่ไม่ใส่อะลูมิเนียม (Blank) นำค่าที่อ่านได้มาพล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้น (ไมโครกรัม) ของอะลูมิเนียม และ %T จะได้เส้นตรงบนกราฟ Semilog

2. วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ใส่ตัวอย่างจำนวน 25 มล.หรือเจือจางให้เป็น 25 มล.ในขวดรูปกรวย เติมเมธิลออเรนจ์อินดิเคเตอร์ 2-3 หยดแล้วไตเตรตด้วยกรดกำมะถัน 0.02 นอร์มัลจนได้สีชมพูจาง จดปริมาตรที่ใช้แล้วทิ้งตัวอย่างนั้นไป เตรียมตัวอย่างขึ้นใหม่โดยใช้ปริมาตรเท่าเดิมเหมือนกัน 2 ขวด แล้วเติมกรดกำมะถัน 0.02 นอร์มัล จำนวนเท่ากับที่ทราบจากการไตเตรต เติมให้เกินพออีก 1 มล. นำเอาอีกขวดหนึ่งมาเติมสารละลายอีดีทีเอ 1 มล. (อีดีทีเอจะสร้างสารเชิงซ้อนโดยทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมที่มีในตัวอย่าง) ซึ่งตัวอย่างนี้จะให้เป็นแบลงค์เพื่อช่วยแก้ปัญหาเรื่องสี และความขุ่นอีกด้วย หลังจากนั้นนำน้ำทั้ง 2 ขวดมาเติมกรดแอสคอบิค 1 มล. สารละลายบัฟเฟอร์ 10 มล. และสารละลายสีย้อมพร้อมใช้ 5.00 มล. ตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้ว ปรับเครื่องมือให้แอบซอร์พแบนซ์เป็นศูนย์หรือทรานสมิตแตนท์ เป็น 100 % ด้วยอีดีทีเอแบลงค์ ถ้าไม่มีเครื่องมือในการวัดสี สามารถเปรียบเทียบด้วยตาเปล่าโดยให้เตรียมสารละลายมาตรฐานหลังจากตั้งทิ้งไว้ 5-10 นาที

การคำนวน

$$\text{มก.อะลูมิเนียม} = \frac{\text{ไมโครกรัมอะลูมิเนียม}}{\text{จำนวนตัวอย่าง (มล.)}}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข-2 <u>การไทเทรตคอลลอยด์</u> (KAWAMURA และผู้ร่วมวิจัย 1966 , สุชาติ 2526, คณิศ 2538 และ ณัฐนารถ, 2538)

การหาประจุของอนุภาคต่างๆในน้ำด้วยวิธีไทเทรต สารสังเคราะห์กลุ่มแรกคือ เอ็มจีซี กลุ่มที่สองคือ พีวีเอสเอเค ในการไทเทรตหาประจุของอนุภาคจะใช้ทีบีเป็นอินดิเคเตอร์ การไทเทรตแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือการไทเทรตย้อนกลับ(back titration) และการไทเทรตโดยตรง(direct titration) การไทเทรตย้อนกลับจะใช้วิธีเติมสารสังเคราะห์ชนิดประจุบวกลงในน้ำแล้วหาประจุที่เหลือ ในกรณีนี้จุดยุติ(end point) คือจุดที่ ทีบี เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง ในการศึกษานี้การหาค่าประจุใช้วิธีการไทเทรตย้อนกลับ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งยากในการไทเทรตตัวอย่างน้ำที่มีประจุลบและความสับสนในการคำนวนค่าประจุ

สารเคมี

1. สารละลายเอ็มจีซี $5x10^{-4}$ นอร์มอล

สารเอ็มจีซี (MGC, Methly Glycol Chitosan) มีลักษณะเป็นผงสีเหลืองอ่อน สูตรทางเคมีคือ $C_{11}H_{22}O_5NI$ เมื่อละลายน้ำมีสมบัติเป็นคอลลอยด์ประจุบวก ใช้สำหรับการไทเทรตคอลลอยด์ สารละลายเอ็มจีซีเข้มข้น $5x10^{-4}$ นอร์มอล มีวิธีการเตรียมดังนี้

ก) ละลายสารเอ็มจีซี 3.75 กรัมในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล

ข) นำสารละลายในข้อ ก) มา 50 มล. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น $5x10^{-4}$ นอร์มอล

2. สารละลายพีวีเอสเอเค $5x10^{-4}$ นอร์มอล

สารพีวีเอสเอเค(PVSAK, Polyvinyl Sulfuric Acid Potassium Salt) มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อน สูตรทางเคมีคือ $[CH_2CH(SO_3K)]_x$ เมื่อละลายน้ำมีสมบัติเป็นคอลลอยด์ประจุลบใช้สำหรับการไทเทรตคอลลอยด์ วิธีการเตรียมสารละลายพีวีเอสเอเค $5x10^{-4}$ นอร์มอล มีดังนี้

ก) ละลายสารพีวีเอสเอเค 1.6221 กรัมในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล

ข) นำสารละลายในข้อ ก) มา 50 มล. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น $5x10^{-4}$ นอร์มอล

3. สารละลายทีบี

สารละลายทีบี (TB, Tuluidine Blue) มีลักษณะเป็นผงสีน้ำเงินเข้ม ใช้เป็นดัชนี (indicator) ในการทดลองหาประจุ โดยสารละลายมีสีน้ำเงินในคอลลอยด์ประจุบวก และมีสีม่วงในคอลลอยด์ประจุลบ สามารถเตรียมให้อยู่ในรูปสารละลายได้โดยละลายทีบี 1.0 กรัมในน้ำกลั่นและทำให้มีปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร

ขั้นตอนการไทเทรต

1) นำตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์ปริมาณ 50 มล. เติมลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มล.

2) เติมสารละลายเอ็มจีซี ปริมาณ 2 มล. แล้วหยดสารละลายทีบีลงไป 3 หยด

3) ไทเทรตด้วยสารละลายพีวีเอสเอเคโดยใช้บิวเรตขนาด 50 มล. จนสีของน้ำตัวอย่างเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง

4) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีข้างต้นโดยใช้น้ำกลั่น เพื่อใช้เป็นแบลงค์

5) อ่านค่าปริมาณสารละลายพีวีเอสเอเคที่ใช้ในการไทเทรต จากนั้นนำมาคำนวนหาความเข้มข้นของประจุคอลลอยด์จากสมการ

$$C = (S-B)N \times 10^{7} / M$$

เมื่อ C คือ ประจุในน้ำตัวอย่าง, มิลลิอิควิวาเลนซ์/ลิตร x 10^{4}

S คือ ปริมาตรสารละลายพีวีเอสเอเคที่ใช้ไทเทรตตัวอย่างน้ำ, มล.

B คือ ปริมาตรสารละลายพีวีเอสเอเคที่ใช้ไทเทรตน้ำกลั่น, มล.

N คือ ปริมาตรของนำตัวอย่าง, มล.

M คือ ความเข้มข้นของพีวีเอสเอเคที่ใช้, นอร์มอล

การไทเทรตย้อนกลับนี้สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณสารละลายเอ็มจีซีได้ตามความเหมาะสม และไม่จำเป็นต้องรู้ความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายเอ็มจีซีด้วย เพราะการทำแบลงค์จะแก้ไขความคลาดเคลื่อนต่างๆได้

ภาคผนวก ค

ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตที่เวลาต่างๆ (ช่วงความขุ่นสูง)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	184	22.3
6	177	15.6
12	169	11.2
18	160	9.4
24	155	8.3
30	148	6.5
36	156	6
42	155	5.6
48	166	5.2
54	176	5.1
60	160	4.8
66	155	4.6
72	160	4

1.2 สารส้ม 21.13 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	155	16.7
6	150	14.5
12	152	13.3
18	148	12.9
24	126	12.1
30	130	10.8
36	153	8
42	149	6.3
48	149	5.2
54	160	4.2
60	187	3.8
66	172	3.6
72	169	3.6

1.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	190	18.5
6	192	16.2
12	185	10.7
18	180	6.3
24	177	5.5
30	179	5.1
36	180	4.8
42	191	4.7
48	188	4.7
54	180	4.5
60	185	3.5
66	193	3.4
72	187	3.1

1.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	190	15.7
6	183	13.5
12	180	10.8
18	178	6.4
24	179	5.5
30	180	4.5
36	190	4.3
42	186	4
48	182	3.8
54	188	3.7
60	190	3.3
66	190	3.1
72	188	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	157	58
6	160	55
12	154	50
18	156	46
24	177	43
30	165	35
36	169	30
42	167	26
48	182	22
54	198	20
60	208	18
66	215	16
72	228	15

1.6 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	154	50
6	156	47
12	179	40
18	165	34
24	170	32
30	168	25
36	184	21
42	200	16
48	210	14
54	225	11
60	231	9
66	234	8
72	232	8

1.7 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	150	45
6	122	42
12	130	35
18	163	33
24	156	29
30	145	24
36	130	20
42	146	18
48	151	13
54	160	10
60	127	9
66	132	7
72	150	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 6 ม/ชม.

2.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	116	10.40
6	120	8.40
12	108	4.70
18	132	5.00
24	125	4.70
30	115	5.30
36	109	4.18
42	105	4.25
48	130	4.62
54	122	4.00
60	101	3.50
66	125	3.40
72	103	3.50

2.2 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	116	10.40
6	120	8.40
12	108	4.70
18	132	5.00
24	125	4.70
30	115	5.30
36	109	4.18
42	105	4.25
48	130	4.62
54	122	4.00
60	101	3.50
66	125	3.40
72	103	3.50

2.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	130	18.10
6	121	10.50
12	110	8.20
18	109	4.90
24	107	4.60
30	134	5.20
36	120	4.50
42	105	3.80
48	120	4.50
54	117	4.30
60	110	4.30
66	158	4.10
72	170	4.40

2.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	190	20.50
6	167	17.30
12	159	7.60
18	149	4.30
24	234	4.50
30	276	4.10
36	270	4.00
42	226	3.70
48	215	3.60
54	215	3.70
60	210	3.50
66	209	3.70
72	198	3.70

2.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	157	43.16
6	160	37
12	154	32.16
18	156	30.06
24	177	29.34
30	165	22.48
36	169	18.55
42	167	10.69
48	182	10.04
54	198	10
60	208	9.98
66	215	10.14
72	228	11.44

2.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	154	40.45
6	156	35.18
12	179	33.69
18	165	29.44
24	170	28.97
30	168	20.48
36	184	16.32
42	200	9.13
48	210	9.01
54	225	8.55
60	231	8
66	234	7.22
72	232	7.04

2.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	150	33.67
6	122	32.15
12	130	30.11
18	163	28.59
24	156	28.23
30	145	25.14
36	130	14.29
42	146	8.25
48	151	8.01
54	160	7.67
60	127	7.54
66	132	6.15
72	150	5.03

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความขุ่นน้ำดิบและน้ำผลิตที่เวลาต่างๆ (ช่วงความขุ่นต่ำ)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 15 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	47.5	14.22
6	46.3	13.65
12	43.8	11.85
18	18.73	10.22
24	44.7	8.45
30	43.6	7.32
36	44.8	7.21
42	43.9	7.15
48	42.7	7.1
54	44.9	6.89
60	45.3	6.22
66	48.6	6.15
72	21.13	6.13
78	49.2	6.11
84	48.7	6.04

1.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	32.7	5.92
6	33.5	3.88
12	34.3	3.52
18	35.6	3.44
24	37.1	3.31
30	36.8	3.3
36	36.5	3.51
42	37.2	3.48
48	36.3	4.09
54	37.5	3.97
60	37.1	3.44
66	35.3	3.35
72	42.3	2.9
78	40.8	3.01
84	39.6	3.03

1.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	32.7	7.46
6	33.5	7.13
12	34.3	6.5
18	35.6	4.05
24	37.1	3.88
30	36.8	3.56
36	36.5	3.14
42	37.2	3.02
48	36.3	2.89
54	37.5	2.45
60	37.1	2.56
66	35.3	2.63
72	42.3	2.8
78	40.8	2.77
84	39.6	2.78

1.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	44.8	13.38
6	42.5	8.44
12	40.1	6.25
18	39.2	3.32
24	39.6	3.11
30	38.4	3.02
36	37.3	2.48
42	39.5	2.45
48	41.1	2.13
54	40.5	2.1
60	39.4	2.15
66	47.6	1.89
72	43.5	1.87
78	40.8	1.84
84	41.5	1.81

1.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	43.5	33.7
6	41.3	30.3
12	40.6	25.3
18	42.2	23.8
24	44.3	21.6
30	43.2	15.2
36	43.5	8.19
42	41.8	8.32
48	40.1	8.19
54	41.5	8.22
60	42.3	8.04
66	43.2	7.92
72	36.7	7.52
78	38.4	7.55
84	40.2	7.41

1.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	32.7	24.5
6	33.5	22.5
12	34.3	20.8
18	35.6	18.3
24	37.1	13.8
30	36.8	10.5
36	36.5	9.2
42	37.2	8.6
48	36.3	8.4
54	37.5	8.3
60	37.1	7.9
66	35.3	7.7
72	42.3	7.6
78	40.8	7.7
84	39.6	7.6

1.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	44.8	18.1
6	42.5	16.9
12	40.1	15.4
18	39.2	13.6
24	39.6	11.9
30	38.4	10.6
36	37.3	10.2
42	39.5	8.4
48	41.1	8.3
54	40.5	8
60	39.4	7.6
66	47.6	7.4
72	43.5	7.4
78	40.8	7.1
84	41.5	6.2

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.

2.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	40.1	13.11
6	41.5	13.05
12	40.3	10.44
18	42.5	9.28
24	43.2	8.23
30	42.7	7.12
36	43.5	7.01
42	42.8	6.59
48	43.2	6.51
54	45.5	6.42
60	46.4	6.08
66	48.8	5.98
72	53.4	5.86
78	48.1	5.77
84	47.7	5.54

2.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	43.5	8.22
6	41.3	6.76
12	40.6	5.03
18	42.2	4.12
24	44.3	3.58
30	43.2	3.23
36	43.5	3.15
42	41.8	2.44
48	40.1	2.12
54	41.5	1.97
60	42.3	1.64
66	43.2	1.51
72	36.7	1.42
78	38.4	1.35
84	40.2	1.28

2.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	40.1	8.02
6	41.5	7.46
12	40.3	6.24
18	42.5	5.03
24	43.2	4.11
30	42.7	3.46
36	43.5	3.02
42	42.8	3
48	43.2	2.15
54	45.5	2.09
60	46.4	2.01
66	48.8	1.98
72	53.4	1.96
78	48.1	1.85
84	47.7	1.76

2.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	43.5	13.38
6	41.3	8.44
12	40.6	6.25
18	42.2	3.32
24	44.3	3.11
30	43.2	3.02
36	43.5	2.48
42	41.8	2.45
48	40.1	2.13
54	41.5	2.1
60	42.3	2.15
66	43.2	1.89
72	36.7	1.87
78	38.4	1.84
84	40.2	1.81

2.5 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	40.1	14.08
6	41.5	13.59
12	40.3	11.44
18	42.5	9.1
24	43.2	9.05
30	42.7	8.77
36	36	8.7
42	42.8	9.56
48	43.2	12.3
54	45.5	12.1
60	46.4	11.95
66	48.8	11.4
72	53.4	11.12
78	48.1	11
84	47.7	11.2

2.6 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	47.5	13.15
6	46.3	12.78
12	43.8	10.22
18	18.73	9.45
24	44.7	9.02
30	43.6	8.59
36	44.8	8.52
42	43.9	8.2
48	42.7	8.04
54	44.9	7.89
60	45.3	7.55
66	48.6	7.48
72	21.13	7.36
78	49.2	7.12
84	48.7	7.09

2.7 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Turb.Raw(NTU)	Turb.Eff.(NTU)
0	47.5	11.55
6	46.3	11.24
12	43.8	11.03
18	18.73	10.56
24	44.7	9.05
30	43.6	9
36	44.8	8.67
42	43.9	8.51
48	42.7	8.23
54	44.9	8
60	45.3	7.25
66	48.6	6.44
72	21.13	5.74
78	49.2	5.11
84	48.7	5.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

พีเอชของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆในระบบฯ (ช่วงความขุ่นสูง)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.72	7.8	7.86
6	7.69	7.81	7.83
12	7.69	7.8	7.82
18	7.67	7.79	7.82
24	7.68	7.79	7.84
30	7.67	7.77	7.85
36	7.69	7.78	7.83
42	7.65	7.78	7.85
48	7.69	7.81	7.84
54	7.65	7.79	7.82
60	7.64	7.79	7.84
66	7.63	7.76	7.83
72	7.66	7.79	7.84

1.2 สารส้ม 21.13 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.65	7.79	7.86
6	7.68	7.8	7.88
12	7.65	7.79	7.87
18	7.66	7.81	7.86
24	7.64	7.81	7.85
30	7.64	7.82	7.86
36	7.63	7.81	7.84
42	7.67	7.78	7.82
48	7.65	7.76	7.81
54	7.66	7.79	7.82
60	7.68	7.79	7.84
66	7.67	7.78	7.83
72	7.66	7.77	7.82

1.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.66	7.77	7.85
6	7.63	7.79	7.84
12	7.65	7.75	7.81
18	7.62	7.81	7.83
24	7.68	7.78	7.84
30	7.66	7.82	7.84
36	7.64	7.83	7.85
42	7.65	7.81	7.86
48	7.66	7.8	7.86
54	7.66	7.78	7.85
60	7.65	7.81	7.84
66	7.62	7.81	7.85
72	7.63	7.82	7.86

1.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.67	7.79	7.86
6	7.63	7.82	7.89
12	7.64	7.83	7.88
18	7.66	7.81	7.84
24	7.65	7.8	7.85
30	7.68	7.82	7.88
36	7.65	7.79	7.84
42	7.66	7.82	7.88
48	7.67	7.78	7.83
54	7.69	7.81	7.87
60	7.64	7.8	7.86
66	7.66	7.8	7.84
72	7.65	7.81	7.85

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.64	-	7.75
6	7.63	-	7.78
12	7.65	-	7.76
18	7.67	-	7.75
24	7.68	-	7.79
30	7.67	-	7.76
36	7.69	-	7.81
42	7.66	-	7.78
48	7.7	-	7.82
54	7.67	-	7.79
60	7.64	-	7.78
66	7.63	-	7.76
72	7.66	-	7.81

1.6 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.65	-	7.79
6	7.67	-	7.82
12	7.68	-	7.84
18	7.63	-	7.78
24	7.69	-	7.83
30	7.66	-	7.81
36	7.7	-	7.85
42	7.67	-	7.82
48	7.64	-	7.79
54	7.63	-	7.78
60	7.66	-	7.8
66	7.68	-	7.8
72	7.67	-	7.78

1.7 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.63	-	7.77
6	7.64	-	7.78
12	7.66	-	7.8
18	7.63	-	7.78
24	7.63	-	7.79
30	7.62	-	7.77
36	7.64	-	7.78
42	7.63	-	7.76
48	7.65	-	7.8
54	7.63	-	7.81
60	7.62	-	7.8
66	7.62	-	7.79
72	7.63	-	7.82

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 6 ม/ชม.

2.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.63	7.75	7.82
6	7.63	7.78	7.82
12	7.62	7.77	7.81
18	7.65	7.76	7.78
24	7.67	7.78	7.83
30	7.62	7.76	7.78
36	7.63	7.78	7.8
42	7.64	7.75	7.8
48	7.63	7.75	7.79
54	7.64	7.76	7.81
60	7.65	7.76	7.79
66	7.64	7.78	7.8
72	7.61	7.74	7.76

2.2 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	7.7	7.79
6	7.67	7.75	7.81
12	7.65	7.78	7.83
18	7.61	7.76	7.79
24	7.65	7.77	7.81
30	7.63	7.76	7.78
36	7.64	7.77	7.8
42	7.62	7.73	7.76
48	7.65	7.75	7.81
54	7.62	7.7	7.73
60	7.63	7.69	7.76
66	7.62	7.7	7.74
72	7.61	7.75	7.8

2.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	7.71	7.77
6	7.64	7.72	7.79
12	7.61	7.75	7.81
18	7.64	7.73	7.78
24	7.59	7.72	7.79
30	7.6	7.75	7.8
36	7.64	7.71	7.78
42	7.58	7.72	7.77
48	7.64	7.74	7.82
54	7.66	7.72	7.8
60	7.63	7.71	7.78
66	7.63	7.71	7.79
72	7.61	7.72	7.78

2.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.65	7.79	7.82
6	7.64	7.78	7.85
12	7.63	7.8	7.83
18	7.65	7.78	7.8
24	7.62	7.76	7.81
30	7.63	7.77	7.83
36	7.65	7.78	7.84
42	7.63	7.79	7.84
48	7.66	7.78	7.85
54	7.64	7.77	7.84
60	7.68	7.8	7.82
66	7.64	7.81	7.83
72	7.66	7.82	7.84

2.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.64	-	7.8
6	7.63	-	7.81
12	7.65	-	7.78
18	7.67	-	7.79
24	7.68	-	7.79
30	7.67	-	7.77
36	7.69	-	7.79
42	7.66	-	7.76
48	7.7	-	7.81
54	7.67	-	7.76
60	7.64	-	7.78
66	7.63	-	7.76
72	7.66	-	7.79

2.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.65	-	7.81
6	7.67	-	7.8
12	7.68	-	7.83
18	7.63	-	7.79
24	7.69	-	7.82
30	7.66	-	7.81
36	7.7	-	7.82
42	7.67	-	7.78
48	7.64	-	7.79
54	7.63	-	7.78
60	7.66	-	7.79
66	7.68	-	7.78
72	7.67	-	7.78

2.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.63	-	7.79
6	7.64	-	7.81
12	7.66	-	7.8
18	7.63	-	7.82
24	7.63	-	7.8
30	7.62	-	7.81
36	7.64	-	7.82
42	7.63	-	7.8
48	7.65	-	7.8
54	7.63	-	7.81
60	7.62	-	7.79
66	7.62	-	7.79
72	7.63	-	7.82

พีเอชของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆในระบบฯ (ช่วงความขุ่นต่ำ)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 15 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	7.75	7.81
6	7.63	7.76	7.79
12	7.61	7.78	7.82
18	7.64	7.73	7.81
24	7.63	7.74	7.8
30	7.65	7.75	7.82
36	7.62	7.73	7.8
42	7.63	7.73	7.82
48	7.64	7.74	7.81
54	7.66	7.76	7.8
60	7.64	7.73	7.81
66	7.65	7.74	7.81
72	7.63	7.75	7.8
78	7.62	7.74	7.79
84	7.61	7.73	7.82

1.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.6	7.76	7.81
6	7.62	7.75	7.82
12	7.63	7.77	7.8
18	7.62	7.74	7.84
24	7.59	7.78	7.83
30	7.6	7.76	7.82
36	7.62	7.74	7.81
42	7.61	7.75	7.82
48	7.64	7.77	7.83
54	7.63	7.76	7.81
60	7.62	7.75	7.82
66	7.61	7.75	7.81
72	7.62	7.76	7.81
78	7.63	7.78	7.83
84	7.62	7.77	7.84

1.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.6	7.73	7.84
6	7.62	7.74	7.85
12	7.63	7.76	7.84
18	7.62	7.72	7.86
24	7.59	7.75	7.83
30	7.6	7.75	7.83
36	7.62	7.74	7.84
42	7.61	7.74	7.85
48	7.64	7.77	7.86
54	7.63	7.75	7.85
60	7.62	7.73	7.84
66	7.61	7.76	7.83
72	7.62	7.76	7.85
78	7.63	7.73	7.86
84	7.62	7.76	7.84

1.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.67	7.77	7.82
6	7.66	7.78	7.83
12	7.67	7.76	7.84
18	7.67	7.78	7.83
24	7.63	7.75	7.85
30	7.66	7.78	7.84
36	7.68	7.76	7.83
42	7.64	7.77	7.84
48	7.65	7.79	7.83
54	7.64	7.78	7.84
60	7.66	7.76	7.83
66	7.65	7.75	7.83
72	7.64	7.77	7.85
78	7.63	7.78	7.83
84	7.64	7.76	7.82

1.5 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	-	7.82
6	7.61	-	7.8
12	7.63	-	7.83
18	7.64	-	7.79
24	7.6	-	7.81
30	7.62	-	7.8
36	7.59	-	7.82
42	7.57	-	7.82
48	7.58	-	7.79
54	7.6	-	7.8
60	7.57	-	7.8
66	7.59	-	7.81
72	7.61	-	7.81
78	7.6	-	7.78
84	7.62	-	7.78

1.6 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.6	-	7.82
6	7.62	-	7.85
12	7.63	-	7.86
18	7.62	-	7.84
24	7.59	-	7.78
30	7.6	-	7.79
36	7.62	-	7.8
42	7.61	-	7.82
48	7.64	-	7.82
54	7.63	-	7.81
60	7.62	-	7.8
66	7.61	-	7.82
72	7.62	-	7.78
78	7.63	-	7.8
84	7.62	-	7.8

1.7 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.67	-	7.86
6	7.66	-	7.88
12	7.67	-	7.86
18	7.67	-	7.83
24	7.63	-	7.82
30	7.66	-	7.84
36	7.68	-	7.84
42	7.64	-	7.82
48	7.65	-	7.81
54	7.64	-	7.82
60	7.66	-	7.82
66	7.65	-	7.83
72	7.64	-	7.82
78	7.63	-	7.81
84	7.64	-	7.83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม./ชม.

2.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	7.77	7.89
6	7.63	7.78	7.88
12	7.6	7.76	7.84
18	7.6	7.78	7.84
24	7.58	7.75	7.85
30	7.61	7.79	7.84
36	7.59	7.8	7.84
42	7.57	7.76	7.86
48	7.58	7.78	7.85
54	7.6	7.78	7.86
60	7.57	7.77	7.84
66	7.59	7.79	7.85
72	7.61	7.76	7.86
78	7.6	7.77	7.84
84	7.62	7.75	7.83

2.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	7.78	7.81
6	7.61	7.76	7.83
12	7.63	7.77	7.85
18	7.64	7.79	7.84
24	7.6	7.76	7.87
30	7.62	7.78	7.86
36	7.59	7.77	7.85
42	7.57	7.77	7.87
48	7.58	7.75	7.88
54	7.6	7.74	7.89
60	7.57	7.73	7.88
66	7.59	7.74	7.86
72	7.61	7.76	7.87
78	7.6	7.75	7.88
84	7.62	7.74	7.9

2.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	7.76	7.84
6	7.63	7.73	7.85
12	7.6	7.74	7.86
18	7.6	7.75	7.84
24	7.58	7.73	7.85
30	7.61	7.74	7.84
36	7.59	7.78	7.85
42	7.57	7.76	7.83
48	7.58	7.75	7.84
54	7.6	7.77	7.86
60	7.57	7.73	7.83
66	7.59	7.75	7.85
72	7.61	7.73	7.83
78	7.6	7.75	7.84
84	7.62	7.76	7.84

2.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	7.76	7.85
6	7.61	7.75	7.84
12	7.63	7.74	7.86
18	7.64	7.76	7.85
24	7.6	7.75	7.86
30	7.62	7.77	7.84
36	7.59	7.74	7.85
42	7.57	7.76	7.87
48	7.58	7.75	7.86
54	7.6	7.75	7.85
60	7.57	7.76	7.84
66	7.59	7.75	7.86
72	7.61	7.77	7.87
78	7.6	7.76	7.85
84	7.62	7.76	7.85

2.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	-	7.76
6	7.63	-	7.75
12	7.6	-	7.74
18	7.6	-	7.75
24	7.58	-	7.77
30	7.61	-	7.74
36	7.59	-	7.76
42	7.57	-	7.75
48	7.58	-	7.77
54	7.6	-	7.75
60	7.57	-	7.74
66	7.59	-	7.76
72	7.61	-	7.73
78	7.6	-	7.74
84	7.62	-	7.75

2.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	-	7.81
6	7.63	-	7.82
12	7.61	-	7.79
18	7.64	-	7.8
24	7.63	-	7.79
30	7.65	-	7.78
36	7.62	-	7.77
42	7.63	-	7.76
48	7.64	-	7.8
54	7.66	-	7.79
60	7.64	-	7.78
66	7.65	-	7.76
72	7.63	-	7.77
78	7.62	-	7.76
84	7.61	-	7.78

2.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	pH Raw	pH Mix	pH Eff.
0	7.62	-	7.77
6	7.63	-	7.78
12	7.61	-	7.76
18	7.64	-	7.75
24	7.63	-	7.78
30	7.65	-	7.76
36	7.62	-	7.77
42	7.63	-	7.78
48	7.64	-	7.77
54	7.66	-	7.76
60	7.64	-	7.75
66	7.65	-	7.77
72	7.63	-	7.78
78	7.62	-	7.78
84	7.61	-	7.77

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ประจุคอลลอยด์ของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆในระบบฯ (ช่วงความขุ่นสูง)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-300	-100	-50
12	-250	-150	-50
24	-250	-100	0
36	-300	-150	-50
48	-250	-100	0
60	-200	-50	0
72	-200	-100	-50

1.2 สารส้ม 21.13 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-250	-100	-50
12	-300	-100	-50
24	-300	-150	0
36	-250	-150	-50
48	-250	-100	0
60	-350	-100	0
72	-300	-50	50

1.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-300	-150	-100
12	-300	-100	-50
24	-300	-100	-50
36	-300	-100	-50
48	-250	-50	0
60	-250	-50	50
72	-300	-150	50

1.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-250	-100	-50
12	-250	-50	-50
24	-300	-50	0
36	-250	-100	0
48	-250	-50	0
60	-200	-50	50
72	-250	-150	50

1.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-250	-	0
12	-250	-	50
24	-300	-	50
36	-300	-	0
48	-250	-	50
60	-200	-	0
72	-200	-	50

1.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-250	-	0
12	-250	-	50
24	-300	-	0
36	-250	-	0
48	-200	-	0
60	-250	-	50
72	-300	-	50

1.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-250	-	-50
12	-200	-	-50
24	-250	-	0
36	-300	-	50
48	-250	-	0
60	-200	-	0
72	-250	-	0

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 6 ม/ชม.

2.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-300	-150	-50
12	-350	-250	0
24	-250	-100	-50
36	-300	-200	0
48	-300	-150	0
60	-350	-200	50
72	-300	-150	50

2.2 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-300	-100	-50
12	-250	-100	-50
24	-300	-100	0
36	-250	-150	0
48	-250	-100	50
60	-350	-200	50
72	-250	-100	0

2.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-200	-100	-50
12	-300	-200	-50
24	-150	-50	0
36	-200	-100	50
48	-100	-50	0
60	-150	-100	50
72	-100	-50	50

2.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-300	-100	-50
12	-300	-100	0
24	-350	-150	-50
36	-350	-150	0
48	-300	-100	50
60	-250	-100	50
72	-300	-150	50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-250	-	-50
12	-250	-	-50
24	-300	-	0
36	-300	-	-50
48	-250	-	0
60	-200	-	0
72	-200	-	50

2.6 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-250	-	-50
12	-250	-	-50
24	-300	-	0
36	-250	-	0
48	-200	-	0
60	-250	-	50
72	-300	-	0

2.7 โพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-250	-	-50
12	-200	-	-50
24	-250	-	0
36	-300	-	-50
48	-250	-	50
60	-200	-	50
72	-250	-	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจุคอลลอยด์ของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆในระบบฯ (ช่วงความขุ่นต่ำ)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 15 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-150	-50	-50
12	-200	-100	-50
24	-150	-100	-50
36	-100	-50	0
48	-150	-50	0
60	-100	-50	0
72	-100	-50	50
84	-100	-50	50

1.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-150	-100	-50
12	-100	-50	-50
24	-150	-100	-50
36	-150	-50	0
48	-200	-100	-50
60	-150	-50	0
72	-100	-50	0
84	-100	-50	0

1.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-150	-100	-50
12	-100	-50	0
24	-150	-100	-50
36	-150	-50	0
48	-200	-100	0
60	-150	-50	0
72	-100	-50	50
84	-100	-50	50

1.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^4)	Charge Mix (meq/l x 10^4)	Charge Eff. (meq/l x 10^4)
0	-150	-100	-50
12	-150	-50	-50
24	-100	-50	0
36	-150	-50	0
48	-150	-100	0
60	-100	-50	50
72	-200	-100	50
84	-150	-100	50

1.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-150	-	-50
12	-150	-	-50
24	-100	-	0
36	-100	-	-50
48	-150	-	-50
60	-150	-	0
72	-100	-	0
84	-150	-	0

1.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-150	-	-50
12	-100	-	-50
24	-150	-	0
36	-150	-	0
48	-200	-	-50
60	-150	-	0
72	-100	-	0
84	-100	-	-50

1.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-150	-	0
12	-150	-	50
24	-100	-	-50
36	-150	-	0
48	-150	-	-50
60	-100	-	0
72	-200	-	-50
84	-150	-	0

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.

2.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-100	-50	-50
12	-150	-50	-50
24	-150	-50	0
36	-100	0	0
48	-100	-50	50
60	-150	-50	0
72	-150	0	0
84	-100	-50	50

2.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-150	-100	-50
12	-150	-50	0
24	-100	-50	0
36	-100	-50	0
48	-150	-100	-50
60	-150	-50	0
72	-100	0	50
84	-150	0	50

2.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-100	-50	50
12	-150	-100	0
24	-150	-50	0
36	-100	-50	50
48	-100	-50	50
60	-150	-100	0
72	-150	-50	0
84	-100	-50	50

2.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-150	-100	50
12	-150	-50	50
24	-100	-50	0
36	-100	-50	0
48	-150	-100	0
60	-150	-100	0
72	-100	-50	50
84	-150	-50	50

2.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-100	-	-50
12	-150	-	-50
24	-150	-	0
36	-100	-	0
48	-150	-	0
60	-150	-	0
72	-100	-	0
84	-100	-	50

2.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-150	-	-50
12	-200	-	-50
24	-150	-	0
36	-100	-	-50
48	-150	-	25
60	-100	-	25
72	-100	-	0
84	-100	-	25

2.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time(hr)	Charge Raw (meq/l x 10^{4})	Charge Mix (meq/l x 10^{4})	Charge Eff. (meq/l x 10^{4})
0	-150	-	0
12	-200	-	-50
24	-150	-	0
36	-100	-	50
48	-150	-	0
60	-100	-	0
72	-100	-	0
84	-100	-	50

สำนักงานวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

สภาพต่างของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆในระบบฯ (ช่วงความขุ่นสูง)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	78	68.25	63.38
12	73.13	63.38	63.38
24	73.13	63.38	58.5
36	73.13	58.5	58.5
48	73.13	58.5	58.5
60	73.13	58.5	53.63
72	73.13	58.5	53.63

1.2 สารส้ม 21.13 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	68.25	58.5	53.63
12	73.13	63.38	58.5
24	68.25	58.5	53.63
36	68.25	58.5	58.5
48	73.13	63.38	58.5
60	78	68.25	63.38
72	73.13	58.5	53.63

1.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	82.88	78	73.44
12	78	68.25	63.13
24	78	68.25	68.25
36	82.88	78	73.44
48	82.88	78	73.44
60	78	68.25	63.13
72	82.88	78	68.25

1.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	82.88	68.25	68.25
12	78	68.25	63.38
24	78	73.13	68.25
36	82.88	73.13	68.25
48	82.88	63.38	58.85
60	78	68.25	63.38
72	82.88	73.13	68.25

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	78	-	73.13
12	73.13	-	70.12
24	68.25	-	63.38
36	73.13	-	68.25
48	68.25	-	64.23
60	73.13	-	68.25
72	68.25	-	65.44

1.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	68.25	-	65.22
12	73.13	-	70.12
24	68.25	-	63.38
36	68.25	-	63.38
48	73.13	-	71.45
60	78	-	75.28
72	73.13	-	68.25

1.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	82.88	-	78
12	78	-	73.13
24	78	-	73.13
36	82.88	-	78
48	82.88	-	80.32
60	78	-	75.44
72	82.88	-	78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 6 ม/ชม.

2.1 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	78	68.25	63.38
12	82.88	68.25	68.25
24	82.88	78	63.38
36	78	68.25	63.38
48	73.13	63.38	58.5
60	78	68.25	63.38
72	78	68.25	63.38

2.2 สารส้ม 18.73 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	73.125	63.375	58.5
12	68.25	58.5	53.625
24	68.25	53.625	53.625
36	68.25	58.5	53.625
48	73.125	58.5	48.75
60	68.25	58.5	53.625
72	68.25	53.625	53.625

2.3 สารส้ม 23.44 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	73.125	58.5	53.625
12	73.125	53.625	53.625
24	68.25	53.625	53.625
36	73.125	58.5	53.625
48	73.125	53.625	48.75
60	68.25	48.75	43.875
72	78	58.5	48.75

2.4 สารส้ม 25.79 มก/ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	82.875	73.125	68.25
12	73.125	68.25	63.375
24	82.875	68.25	68.25
36	82.875	73.125	68.25
48	78	68.25	63.375
60	78	63.375	63.375
72	78	68.25	63.375

2.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	78	-	77.5
12	73.13	-	72.16
24	68.25	-	67.45
36	73.13	-	72.55
48	68.25	-	67.36
60	73.13	-	72.44
72	68.25	-	67.54

2.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	68.25	-	67.36
12	73.13	-	72.44
24	68.25	-	65.36
36	68.25	-	66.23
48	73.13	-	72.41
60	78	-	76.58
72	73.13	-	72.45

2.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	82.88	-	80.45
12	78	-	76.59
24	78	-	76.59
36	82.88	-	80.12
48	82.88	-	79.65
60	78	-	76.54
72	82.88	-	80.31

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สภาพด่างของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆในระบบฯ (ช่วงความขุ่นต่ำ)

1.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 15 ม/ชม.

1.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	117	115.42	114.23
12	121.88	119.54	117
24	112.13	109.32	107.58
36	117	115.45	112.58
48	121.88	119.54	117
60	126.75	124.75	123.56
72	117	115.45	112.58
84	121.88	119.54	117

1.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	121.88	119.54	117
12	121.88	118.45	116.59
24	126.75	123.63	121.45
36	121.88	119.34	117
48	117	115.45	113.26
60	121.88	119.56	117.45
72	126.75	124.75	123.44
84	126.75	124.57	123.44

1.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	121.88	118.53	115.42
12	121.88	118.53	115.42
24	126.75	123.2	121.56
36	121.88	117	115.78
48	117	114.89	113.26
60	121.88	117	115.95
72	126.75	124.56	122.2
84	126.75	123.24	121.36

1.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	126.75	123.68	121.32
12	121.88	117.57	115.46
24	121.88	117.57	115.46
36	126.75	122.36	120.48
48	117	113.63	112.43
60	121.88	117.57	115.89
72	117	112.56	111.13
84	121.88	117.12	115.42

1.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	121.88	-	120.45
12	121.88	-	120.45
24	117	-	116.58
36	121.88	-	120.35
48	126.75	-	125.48
60	126.75	-	125.48
72	121.88	-	120.35
84	121.88	-	120.65

1.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	121.88	-	120.35
12	121.88	-	120.35
24	126.75	-	125.48
36	121.88	-	120.45
48	117	-	116.58
60	121.88	-	120.45
72	126.75	-	125.78
84	126.75	-	125.78

1.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	126.75	-	125.45
12	121.88	-	120.42
24	121.88	-	120.42
36	126.75	-	125.87
48	117	-	115.96
60	121.88	-	121
72	117	-	116.43
84	121.88	-	120.75

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.กรณีใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้น 9.6 ม/ชม.

2.1 สารส้ม 3 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	126.75	123.56	121.88
12	126.75	123.56	121.88
24	121.88	118.33	115.23
36	121.88	117.78	115.48
48	126.75	123.56	120.55
60	126.75	123.56	120.45
72	121.88	117.78	117
84	121.88	117.78	116.77

2.2 สารส้ม 5 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	121.88	119.78	119.78
12	121.88	119.07	117.45
24	117	116.57	114.26
36	121.88	118.23	117.45
48	126.75	123.56	122.44
60	126.75	124.24	123.63
72	121.88	118.34	116.53
84	121.88	116.32	114.25

2.3 สารส้ม 7 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	126.75	123.54	121.45
12	126.75	122.23	120.45
24	121.88	117.23	116.58
36	121.88	118.45	118
48	126.75	124.36	123.56
60	126.75	123.65	122.36
72	121.88	118.23	116.54
84	121.88	119.34	117.45

2.4 สารส้ม 10 มก/ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	121.88	117.45	115.2
12	121.88	117.45	116.23
24	117	113.25	112.45
36	121.88	116.36	114.89
48	126.75	122.78	120.41
60	126.75	122.36	120.41
72	121.88	117.24	115.32
84	121.88	117.45	115.68

2.5 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	126.75	-	124.36
12	126.75	-	125.21
24	121.88	-	119.65
36	121.88	-	117.54
48	126.75	-	125.21
60	126.75	-	124.36
72	121.88	-	119.54
84	121.88	-	119.54

2.6 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.2 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	117	-	116.32
12	121.88	-	121.88
24	112.13	-	110.45
36	117	-	115.2
48	121.88	-	118.56
60	126.75	-	124.35
72	117	-	115.3
84	121.88	-	118.36

2.7 โพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.3 มก/ล.

Time (hr)	Alk. Raw (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Mix (mg/l as $CaCO_3$)	Alk. Eff. (mg/l as $CaCO_3$)
0	117	-	115.2
12	121.88	-	120.14
24	112.13	-	110.25
36	117	-	115.2
48	121.88	-	119.54
60	126.75	-	123.45
72	117	-	114.11
84	121.88	-	118.23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

ตารางแสดงดุลมวล

ตารางที่ ช-1 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง II-A18.73-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	2.64	0.00	5.27	52.77
						52.77
6	19.12		1.32	7.84		
12	17.93	10.63	nd	6.33	5.85	71.20
						75.42
18	17.93		nd	8.22		
24	16.73	10.63	nd	7.41	6.05	94.81
						97.58
30	16.73		nd	12.12		
36	15.54	10.63	nd	9.47	7.11	109.01
						113.75
42	16.73		nd	13.52		
48	16.73	10.63	nd	12.62	7.81	119.15
						124.69
54	17.93		nd	14.48		
60	19.12	10.63	nd	14.52	8.67	129.16
						131.45
66	16.73		nd	14.68		
72	16.73	10.63	nd	16.22	8.92	133.43
						134.51

ตารางที่ ข-2 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง H-A21.13-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	1.30	0.00	6.10	55.19
						55.19
6	16.73		1.30	7.86		
12	16.73	11.94	1.30	6.25	6.68	69.80
						71.59
18	16.73		1.30	10.23		
24	15.54	11.94	nd	8.57	7.54	87.67
						90.45
30	13.15		nd	15.45		
36	14.34	11.94	nd	10.07	6.82	94.76
						97.36
42	16.73		nd	15.54		
48	16.73	11.94	nd	12.75	8.41	103.46
						105.29
54	21.51		nd	16.26		
60	20.32	11.94	nd	12.86	7.95	120.16
						124.87
66	14.34		nd	15.48		
72	19.12	11.94	nd	12.57	8.17	129.34
						132.53

ตารางที่ ซ-3 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง H-A23.44-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	1.30	0.00	6.48	58.40
						58.40
6	21.51		1.30	11.29		
12	21.51	13.26	nd	8.54	5.77	80.00
						84.76
18	20.32		nd	15.56		
24	20.32	13.26	nd	10.67	6.64	101.03
						105.34
30	19.12		nd	15.68		
36	19.12	13.26	nd	10.52	7.84	118.49
						123.68
42	20.32		nd	16.33		
48	21.51	13.26	nd	13.29	8.30	135.66
						139.41
54	20.32		nd	18.26		
60	20.32	13.26	nd	14.29	8.22	148.79
						153.74
66	21.51		nd	20.02		
72	21.51	13.26	nd	18.45	7.40	159.20
						160.22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช-4 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง H-A25.79-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	1.30	0.00	7.37	60.84
						60.84
6	23.33		1.30	12.36		
12	22.03	14.57	1.30	10.44	6.54	80.16
						83.44
18	22.03		nd	16.78		
24	22.03	14.57	nd	12.83	6.55	102.63
						105.48
30	22.03		nd	18.21		
36	22.03	14.57	nd	14.69	8.01	120.35
						124.36
42	23.33		nd	20.42		
48	23.33	14.57	nd	15.78	8.46	136.92
						140.79
54	23.33		nd	24.57		
60	23.33	14.57	nd	16.23	8.86	148.49
						153.21
66	22.03		nd	26.54		
72	22.03	14.57	nd	17.44	8.97	154.17
						156.88

ตารางที่ ข-5 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ H-A0-P.1-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass ออก	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr)(1)	(gm/12hr)(2)	(gm/6hr)(3)	(gm/6hr)(4)	(gm/12hr)(5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	5.27	0.00	5.23	52.13
						52.13
6	19.76		5.27	7.54		
12	19.76	0.03	5.27	3.12	5.78	54.2
						58.5
18	18.45		3.95	7.23		
24	19.76	0.03	3.95	3.56	5.22	68.53
						73.22
30	22.4		3.95	8.45		
36	19.76	0.03	2.64	5.95	5.89	83.84
						89.34
42	21.08		2.64	12.54		
48	21.08	0.03	2.64	8.21	5.44	94.56
						100.12
54	22.4		1.32	14.15		
60	25.03	0.03	1.32	9.44	5.79	110
						115.42
66	26.35		1.32	18.78		
72	26.35	0.03	1.32	15.49	6.54	119.28
						124.77

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช-6 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ H-A0-P.2-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass ออก	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr)(1)	(gm/12hr)(2)	(gm/6hr)(3)	(gm/6hr)(4)	(gm/12hr)(5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	6.59	0.00	5.67	56.63
						56.63
6	18.45		5.27	4.85		
12	19.76	0.06	5.27	3.65	5.94	57.66
						63.45
18	22.4		5.27	8.48		
24	21.08	0.06	3.95	6.32	5.76	71.42
						78.78
30	21.08		3.95	10.64		
36	21.08	0.06	2.64	7.55	6.02	82.84
						88.23
42	23.72		2.64	12.35		
48	25.03	0.06	1.32	9.26	6.12	99.96
						106.74
54	26.35		1.32	16.55		
60	28.99	0.06	1.32	12.45	5.97	117.75
						124.69
66	28.99		1.32	23.22		
72	30.3	0.06	1.32	17.46	6.23	127.55
						132.26

ตารางที่ ข-7 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ H-A0-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass ออก	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr)(1)	(gm/12hr)(2)	(gm/6hr)(3)	(gm/6hr)(4)	(gm/12hr)(5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	5.27	0.00	5.55	57.12
						57.12
6	18.45		3.95	5.23		
12	14.49	0.08	3.95	3.12	5.78	57.29
						64.59
18	15.81		2.64	7.95		
24	19.76	0.08	2.64	4.52	5.72	69.47
						75.24
30	18.45		2.64	9.02		
36	17.13	0.08	2.64	6.37	5.97	78.49
						84.13
42	15.81		1.32	11.54		
48	17.13	0.08	1.32	7.85	6.03	83.45
						90.45
54	18.45		1.32	11.98		
60	18.45	0.08	nd	8.59	5.48	93.06
						98.67
66	14.49		nd	12.54		
72	15.81	0.08	nd	10.5	5.23	95.17
						102.45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-8 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง H-A18.73-P.3-V6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	nd	0.00	4.06	51.34
						51.34
6	7.06		nd	4.29		
12	7.76	6.67	nd	3.45	3.35	57.68
						60.21
18	7.06		nd	3.51		
24	8.47	6.67	nd	3.69	5.00	67.68
						70.84
30	7.76		nd	3.98		
36	7.06	6.67	nd	3.69	5.14	76.36
						80.02
42	6.35		nd	4.02		
48	6.35	6.67	nd	3.31	5.68	82.72
						85.74
54	8.47		nd	3.42		
60	7.76	6.67	nd	3.11	5.31	93.78
						95.46
66	6.35		nd	4.10		
72	7.06	6.67	nd	3.36	5.46	100.94
						105.87

ตารางที่ ข-9 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง H-A21.13-P.3-V6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	0.83	0.00	5.03	55.51
						55.51
6	10.58		0.83	4.04		
12	12.70	7.51	0.83	3.12	4.65	66.98
						69.24
18	12.70		nd	4.91		
24	9.17	7.51	nd	4.06	4.95	82.44
						85.76
30	8.47		nd	4.78		
36	8.47	7.51	nd	4.75	5.86	91.50
						95.48
42	7.06		nd	5.48		
48	8.47	7.51	nd	4.67	5.43	98.96
						102.10
54	9.17		nd	5.43		
60	7.06	7.51	nd	4.31	4.78	108.18
						112.12
66	11.29		nd	7.96		
72	10.58	7.51	nd	7.45	5.75	116.40
						120.39

ตารางที่ ข-10 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง H-A23.44-P.3-V6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	0.83	0.00	4.85	67.13
						67.13
6	8.47		0.83	4.15		
12	7.76	8.33	nd	1.54	4.32	75.18
						79.23
18	7.06		nd	5.77		
24	6.35	8.33	nd	3.01	5.03	83.11
						86.79
30	6.35		nd	6.39		
36	8.47	8.33	nd	4.25	5.31	90.31
						95.14
42	7.06		nd	7.45		
48	6.35	8.33	nd	5.14	5.39	94.08
						98.36
54	7.76		nd	7.54		
60	7.76	8.33	nd	5.25	6.09	99.05
						101.45
66	7.06		nd	10.01		
72	9.88	8.33	nd	6.03	6.22	102.06
						103.31

ตารางที่ ช-11 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็ง H-A25.79-P.3-V6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	solids mass ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	1.16	0.00	4.04	75.41
						75.41
6	12.00		nd	4.56		
12	9.17	9.16	nd	3.04	4.21	88.73
						91.23
18	9.17		nd	5.33		
24	8.47	9.16	nd	4.48	6.39	99.33
						103.45
30	15.52		nd	7.83		
36	17.64	9.16	nd	6.45	6.66	120.71
						124.10
42	17.64		nd	8.95		
48	14.82	9.16	nd	7.64	6.31	139.43
						142.34
54	13.41		nd	10.46		
60	13.41	9.16	nd	8.93	6.03	149.99
						152.78
66	12.70		nd	12.48		
72	12.7	9.16	nd	10.54	7.98	153.55
						155.27

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-12 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ H-AO-P.1-V6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass ออก	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr)(1)	(gm/12hr)(2)	(gm/6hr)(3)	(gm/6hr)(4)	(gm/12hr)(5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	2.59	0.00	5.67	54.23
						54.23
6	12.96		2.59	2.22		
12	12.96	0.02	1.73	3.26	5.14	56.97
						59.31
18	12.96		1.73	6.89		
24	12.96	0.02	1.73	3.12	5.96	63.48
						66.98
30	14.69		0.86	7.68		
36	13.82	0.02	0.86	4.27	6.13	72.21
						76.61
42	13.82		nd	8.34		
48	13.82	0.02	nd	6.27	6.48	78.78
						82.65
54	14.69		nd	9.45		
60	15.55	0.02	nd	7.49	6.52	85.58
						88.38
66	16.42		nd	12.49		
72	19	0.02	nd	8.56	6.78	93.19
						96.24

ตารางที่ ข-13 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ H-AO-P.2-V6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass ออก	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr)(1)	(gm/12hr)(2)	(gm/6hr)(3)	(gm/6hr)(4)	(gm/12hr)(5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0	0.00	2.59	0.00	5.43	56.09
						56.09
6	12.1		2.59	3.12		
12	12.1	0.03	1.73	2.26	5.13	57.47
						60.12
18	13.82		1.73	6.48		
24	12.96	0.03	1.73	4.12	5.55	64.67
						68.32
30	12.96		0.86	7.23		
36	12.96	0.03	0.86	4.66	5.96	71.05
						76.25
42	13.82		nd	9.67		
48	14.69	0.03	nd	4.27	6.43	79.22
						84.66
54	15.55		nd	11.36		
60	16.42	0.03	nd	7.49	6.42	85.95
						90.48
66	17.28		nd	12.56		
72	17.28	0.03	nd	10.58	5.42	91.98
						95.42

ตารางที่ ข-14 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ H-A0-P.3-V6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass ออก	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr)(1)	(gm/12hr)(2)	(gm/6hr)(3)	(gm/6hr)(4)	(gm/12hr)(5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	2.59	0.00	4.96	58.76
						58.76
6	11.23		2.59	2.65		
12	9.5	0.05	2.59	2.26	5.14	56.76
						60.32
18	10.37		2.59	3.48		
24	12.96	0.05	2.59	2.39	5.46	63.63
						66.34
30	12.1		1.73	5.62		
36	12.1	0.05	0.86	3.27	5.46	70.94
						74.12
42	10.37		nd	6.67		
48	11.23	0.05	nd	4.27	5.48	76.17
						80.46
54	11.23		nd	7.23		
60	12.1	0.05	nd	4.98	6.52	80.82
						84.78
66	11.23		nd	8.51		
72	11.23	0.05	nd	5.66	5.78	83.38
						86.75

ตารางที่ ช-15 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A3-P.3-V15

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0	0.00	4.10	0.00	8.22	188.43
						188.43
6	10.26		4.10	0.00		
12	10.26	1.36	2.05	0.00	8.26	183.58
						185.61
18	12.31		2.05	5.32		
24	10.26	1.36	nd	0.00	8.65	193.54
						196.23
30	12.31		nd	6.31		
36	12.31	1.36	nd	0.00	8.78	204.43
						206.48
42	10.26		nd	7.69		
48	10.26	1.36	nd	0.00	8.36	210.26
						214.31
54	10.26		nd	5.26		
60	10.26	1.36	nd	0.00	8.49	218.39
						220.56
66	12.31		nd	7.29		
72	12.31	1.36	nd	0.00	8.69	228.39
						231.45
78	12.31		nd	7.62		
84	12.31	1.36	nd	3.21	9.34	234.20
						238.17

ตารางที่ ข-16 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A5-P.3-V15

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	nd	0.00	8.18	220.7
						220.7
6	12.31		nd	4.76		
12	10.26	2.18	nd	0.00	8.25	224.26
						226.45
18	10.26		nd	7.65		
24	8.21	2.18	nd	0.00	8.77	228.49
						230.87
30	12.31		nd	8.83		
36	10.26	2.18	nd	0.00	8.96	235.45
						238.12
42	8.21		nd	10.03		
48	10.26	2.18	nd	0.00	8.13	237.94
						241.03
54	8.21		nd	6.52		
60	10.26	2.18	nd	0.00	9.14	242.93
						245.62
66	10.26		nd	9.81		
72	10.26	2.18	nd	0.00	9.27	246.55
						248.01
78	12.31		nd	8.64		
84	10.26	2.18	nd	5.89	8.44	248.33
						250.11

ตารางที่ ข-17 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A7-P.3-V15

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ทิ้ง	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	nd	0.00	8.55	195.14
						195.14
6	12.31		nd	4.45		
12	10.26	3.00	nd	0.00	8.23	199.48
						201.25
18	10.26		nd	5.48		
24	8.21	3.00	nd	2.11	8.12	205.24
						208.34
30	12.31		nd	8.55		
36	10.26	3.00	nd	0.00	9.21	213.05
						215.78
42	8.21		nd	7.36		
48	10.26	3.00	nd	0.00	9.88	217.28
						220.47
54	8.21		nd	8.39		
60	10.26	3.00	nd	0.00	8.64	221.72
						224.36
66	10.26		nd	9.67		
72	10.26	3.00	nd	0.00	8.17	227.40
						230.41
78	12.31		nd	10.66		
84	10.26	3.00	nd	0.00	9.43	232.88
						234.45

ตารางที่ ข-18 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A10-P.3-V15

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	nd	0.00	10.36	218.06
						218.06
6	12.31		nd	7.45		
12	14.36	4.22	nd	0.00	10.87	220.27
						225.23
18	12.31		nd	5.44		
24	12.31	4.22	nd	2.11	10.44	231.12
						234.32
30	10.26		nd	8.65		
36	12.31	4.22	nd	0.00	9.23	240.03
						243.77
42	12.31		nd	7.33		
48	10.26	4.22	nd	0.00	10.88	248.61
						250.52
54	10.26		nd	8.49		
60	12.31	4.22	nd	0.00	11.66	255.25
						258.78
66	10.26		nd	9.65		
72	14.36	4.22	nd	0.00	11.18	263.26
						265.51
78	10.26		nd	10.56		
84	10.26	4.22	nd	0.00	12.08	265.36
						268.72

ตารางที่ ข-19 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A0-P.1-V15

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	4.1	0.00	8.05	192.77
						192.77
6	12.31		4.1	0.00		
12	10.26	0.04	2.05	0.00	8.23	188.85
						190.11
18	10.26		2.05	5.24		
24	10.26	0.04	2.05	0.00	9.06	191.01
						195.24
30	12.31		nd	5.87		
36	12.31	0.04	nd	0.00	9.27	200.53
						203.77
42	12.31		nd	5.44		
48	10.26	0.04	nd	0.00	8.49	209.21
						213.32
54	10.26		nd	4.71		
60	10.26	0.04	nd	0.00	8.96	216.10
						218.34
66	10.26		nd	6.89		
72	12.31	0.04	nd	0.00	8.09	223.73
						224.89
78	8.21		nd	6.35		
84	8.21	0.04	nd	1.36	8.27	224.21
						226.45

ตารางที่ ข-20 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A0-P.2-V15

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	4.10	0.00	8.33	193.56
						193.56
6	12.31		4.10	0.00		
12	10.26	0.08	4.10	0.00	8.73	186.85
						190.22
18	10.26		nd	6.25		
24	8.21	0.08	nd	0.00	8.96	190.19
						193.64
30	12.31		nd	7.91		
36	10.26	0.08	nd	0.00	9.02	195.91
						197.23
42	8.21		nd	6.53		
48	10.26	0.08	nd	0.00	8.76	199.17
						203.49
54	8.21		nd	6.97		
60	10.26	0.08	nd	0.00	8.94	201.81
						206.78
66	10.26		nd	7.15		
72	10.26	0.08	nd	0.00	9.22	206.04
						209.44
78	12.31		nd	8.25		
84	10.26	0.08	nd	0.00	10.11	210.33
						212.15

ตารางที่ ข-21 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A0-P.3-V15

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่-	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	6.16	0.00	9.58	219.64
						219.64
6	12.31		6.16	0.00		
12	14.36	0.13	4.10	0.00	11.55	208.89
						216.6
18	12.31		2.05	0.00		
24	12.31	0.13	2.05	0.00	11.49	218.05
						221.33
30	10.26		nd	0.00		
36	12.31	0.13	nd	0.00	11.28	229.47
						232.17
42	12.31		nd	0.00		
48	10.26	0.13	nd	0.00	12.49	239.68
						245.87
54	10.26		nd	2.10		
60	12.31	0.13	nd	0.00	12.55	249.83
						259.52
66	10.26		nd	2.30		
72	14.36	0.13	nd	0.00	13.08	261.5
						263.2
78	10.26		nd	3.10		
84	10.26	0.13	nd	0.00	13.89	268.26
						265.47

ตารางที่ ข-22 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A3-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	1.32	0.00	5.12	194.24
						194.24
6	6.59		1.32	0.00		
12	6.59	0.87	1.32	0.00	4.12	195.09
						197.34
18	6.59		1.32	4.16		
24	6.59	0.87	nd	0.00	5.78	197.88
						200.39
30	6.59		nd	5.41		
36	6.59	0.87	nd	0.00	4.58	201.94
						204.78
42	6.59		nd	5.78		
48	6.59	0.87	nd	0.00	5.12	205.09
						207.96
54	6.59		nd	5.96		
60	6.59	0.87	nd	0.00	4.97	208.21
						211.35
66	7.91		nd	5.02		
72	7.91	0.87	nd	0.00	5.24	214.64
						215.37
78	9.22		nd	5.76		
84	7.91	0.87	nd	3.62	5.13	218.13
						220.69

ตารางที่ ข-23 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A5-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0	0.00	nd	0.00	4.35	196.22
						196.22
6	7.91		nd	0.00		
12	6.59	1.40	nd	0.00	5.78	201.99
						202.35
18	6.59		nd	4.66		
24	6.59	1.40	nd	0.00	5.17	206.74
						209.36
30	7.91		nd	5.12		
36	7.91	1.40	nd	0.00	5.69	213.15
						215.86
42	7.91		nd	6.23		
48	6.59	1.40	nd	0.00	5.48	217.34
						219.69
54	6.59		nd	6.87		
60	6.59	1.40	nd	0.00	5.21	219.84
						221.02
66	6.59		nd	6.23		
72	6.59	1.40	nd	0.00	5.46	222.73
						224.12
78	5.27		nd	5.98		
84	5.27	1.40	nd	0.00	5.01	223.68
						226.34

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-24 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A7-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	nd	0.00	4.57	198.23
						198.23
6	6.59		nd	3.16		
12	6.59	1.93	nd	0.00	4.78	200.83
						202.15
18	6.59		nd	4.56		
24	6.59	1.93	nd	0.00	5.12	206.26
						207.14
30	6.59		nd	4.89		
36	6.59	1.93	nd	0.00	5.64	210.84
						213.69
42	6.59		nd	4.21		
48	6.59	1.93	nd	0.00	5.26	216.48
						218.45
54	6.59		nd	4.96		
60	6.59	1.93	nd	0.00	5.22	221.41
						224.96
66	7.91		nd	5.36		
72	7.91	1.93	nd	0.00	5.14	228.66
						230.21
78	9.22		nd	7.98		
84	7.91	1.93	nd	2.35	5.69	231.70
						233.63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-25 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A10-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0	0.00	1.32	0.00	5.24	200.18
						200.18
6	7.91		nd	0.00		
12	6.59	2.72	nd	0.00	6.34	204.50
						206.98
18	6.59		nd	4.26		
24	6.59	2.72	nd	0.00	5.21	210.93
						213.26
30	7.91		nd	6.25		
36	7.91	2.72	nd	0.00	5.78	217.44
						219.12
42	7.91		nd	6.57		
48	6.59	2.72	nd	0.00	5.28	222.81
						224.56
54	6.59		nd	5.16		
60	6.59	2.72	nd	0.00	5.88	227.67
						229.06
66	6.59		nd	6.32		
72	6.59	2.72	nd	0.00	5.71	231.54
						234.67
78	5.27		nd	5.87		
84	5.27	2.72	nd	0.00	4.99	233.94
						237.45

ตารางที่ ข-26 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A0-P.1-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	2.64	0.00	5.23	219.44
						219.44
6	6.59		2.64	0.00		
12	6.59	0.03	1.32	0.00	4.89	215.93
						217.33
18	6.59		1.32	4.11		
24	6.59	0.03	1.32	0.00	5.02	217.37
						220.45
30	6.59		nd	4.35		
36	6.59	0.03	nd	0.00	5.12	221.11
						222.31
42	6.59		1.32	3.66		
48	6.59	0.03	1.32	0.00	4.77	223.25
						224.89
54	6.59		1.32	3.24		
60	6.59	0.03	1.32	0.00	4.13	226.45
						228.31
66	7.91		1.32	5.46		
72	7.91	0.03	1.32	0.00	4.27	229.93
						231.87
78	9.22		1.32	5.78		
84	7.91	0.03	1.32	2.49	5.69	230.49
						233.28

ตารางที่ ข-27 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-A0-P.2-V9.6

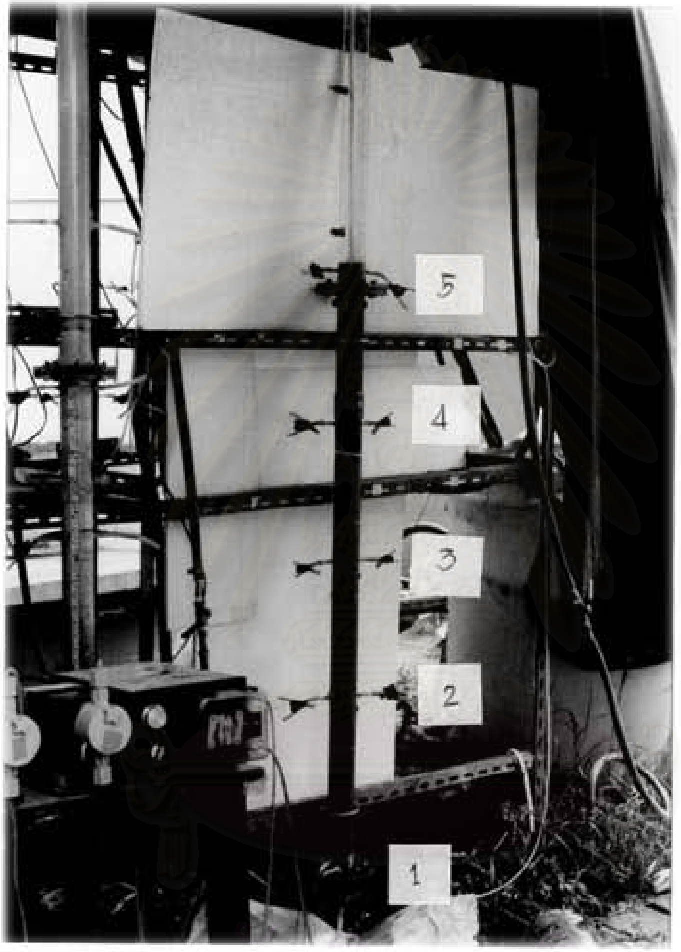
ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำผลิต	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	1.32	0.00	5.24	220.5
						220.5
6	7.91		1.32	0.00		
12	7.91	0.05	1.32	0.00	4.61	222.56
						223.69
18	6.59		1.32	4.89		
24	6.59	0.05	1.32	0.00	4.92	225.98
						227.74
30	6.59		nd	5.36		
36	6.59	0.05	nd	0.00	5.23	228.62
						230.56
42	6.59		nd	4.12		
48	6.59	0.05	nd	1.33	5.37	231.03
						233.14
54	6.59		nd	4.28		
60	6.59	0.05	nd	0.00	5.64	234.34
						236.89
66	7.91		nd	5.81		
72	7.91	0.05	nd	0.00	5.44	238.96
						240.11
78	9.22		nd	7.22		
84	7.91	0.05	nd	0.00	5.16	243.76
						245.02

ตารางที่ ข-28 ตารางแสดงดุลมวลของของแข็งการทดลองที่ L-AO-P.3-V9.6

ชั่วโมงที่	solids mass เข้า	alum+polymer	solids mass น้ำเกิน	mass of solids ที่	mass ตัวอย่างน้ำ	mass ในกระบอก
	(gm/6hr) (1)	(gm/12hr) (2)	(gm/6hr) (3)	(gm/6hr) (4)	(gm/12hr) (5)	+(1)+(2)-(3)-(4)-(5)
0	0.00	0.00	1.32	0.00	4.53	234.33
						234.33
6	7.91		1.32	0.00		
12	7.91	0.08	1.32	0.00	4.34	237.4
						239.28
18	6.59		1.32	0.00		
24	6.59	0.08	nd	0.00	4.56	244.78
						246.71
30	6.59		nd	2.31		
36	6.59	0.08	nd	0.00	5.23	250.50
						253.14
42	6.59		nd	3.44		
48	6.59	0.08	nd	0.00	5.54	254.78
						256.87
54	6.59		nd	3.15		
60	6.59	0.08	nd	0.00	4.58	260.31
						263.45
66	7.91		nd	4.29		
72	7.91	0.08	nd	0.00	5.48	266.44
						268.3
78	9.22		nd	5.87		
84	7.91	0.08	nd	2.15	5.39	270.24
						272.11

ภาคผนวก ซ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ซ-1 เพลเล็ตที่ระดับ 130 ซม.ในอุปกรณ์สร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น

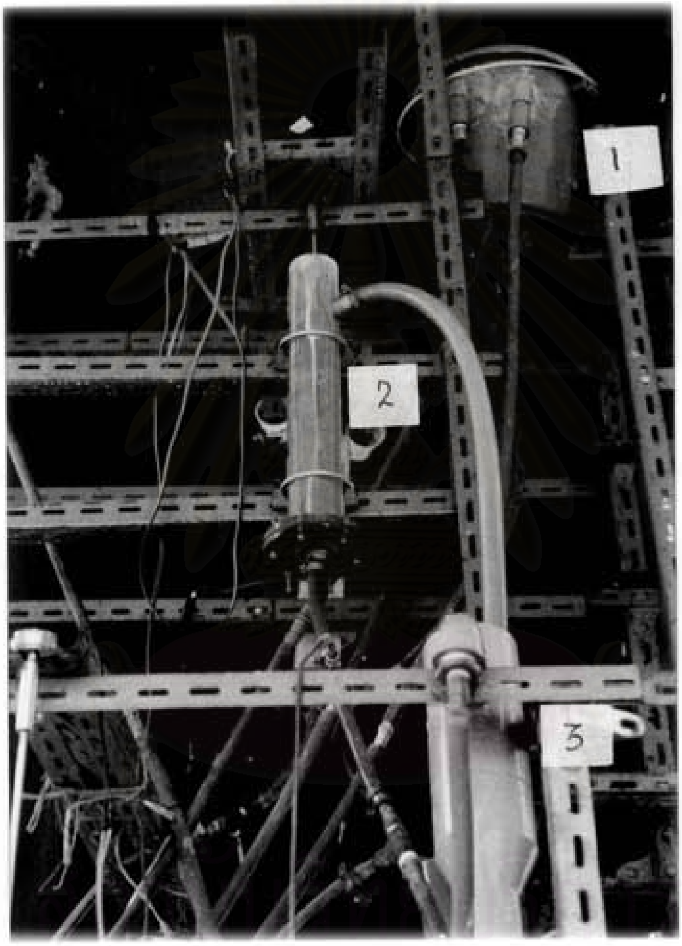
1) จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับ 0 ซม.

2) จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับ 40 ซม.

3) จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับ 70 ซม.

4) จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับ 100 ซม.

5) จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับ 130 ซม.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

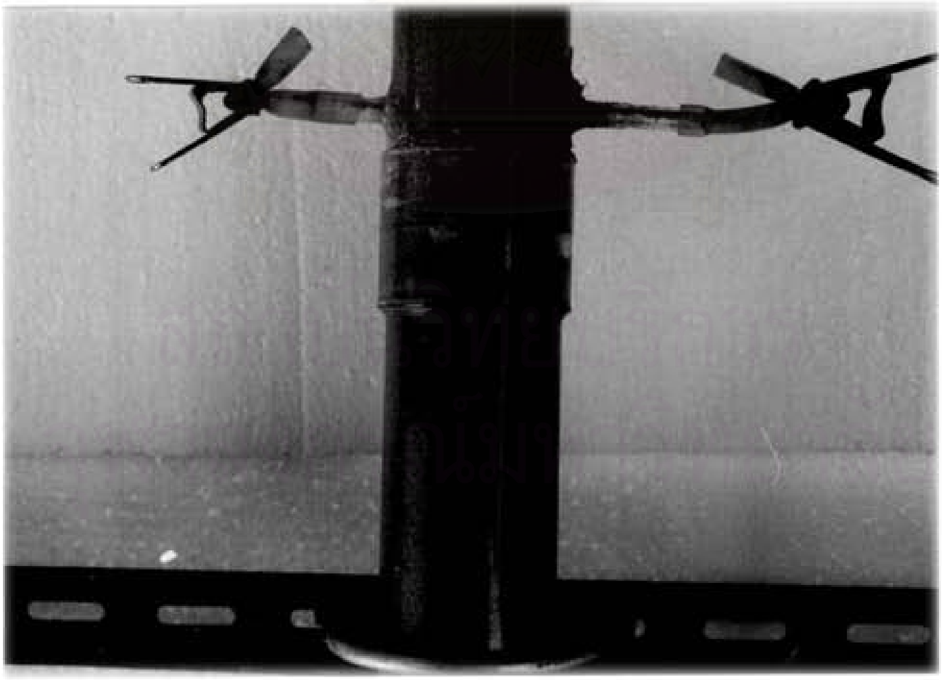
รูปที่ ซ-2 อุปกรณ์กวนเร็วที่ใช้ในระบบ

1) ถังสูง (constant head tank)

2) กระบอกกวนเร็ว (rapid mix)

3) อุปกรณ์กำจัดฟองอากาศ (degaser)

รูปที่ ซ-3 ถังเตรียมน้ำสังเคราะห์จากดินคาโอลินเพื่อใช้ในการเริ่มระบบ (start up)



รูปที่ ซ-4 ลักษณะเพลล็ตที่ในกระบวนการสร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น

ลำดับการนำเสนอวิทยานิพนธ์โดยใช้สไลด์

เรื่อง

ดุลมวลของของแข็งในกระบวนการสร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้นโดยใช้น้ำดิบ ของกปน.เป็นน้ำป้อน และสารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์

วันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ.2540

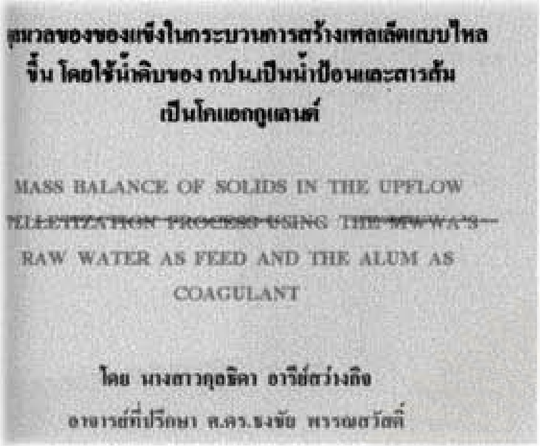
นำเสนอโดย นางสาวกุลธิดา อารีย์สว่างกิจ C 717893

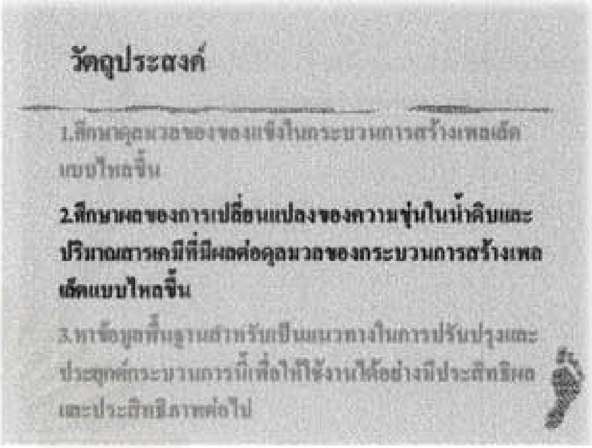
อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์

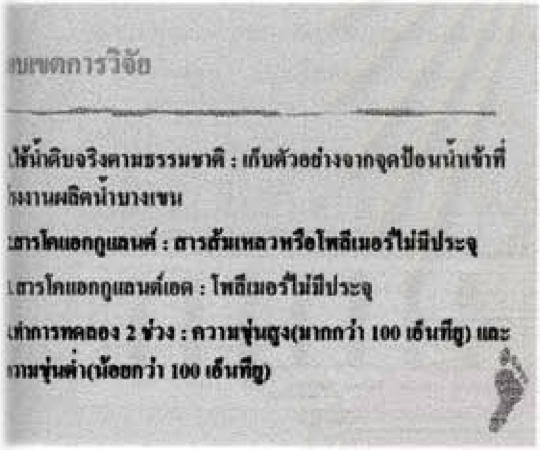
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

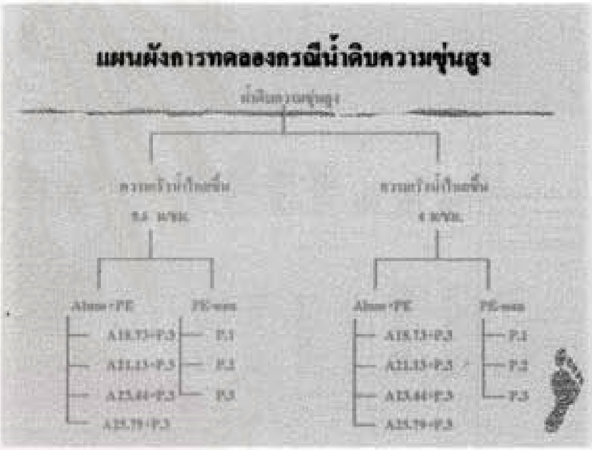
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

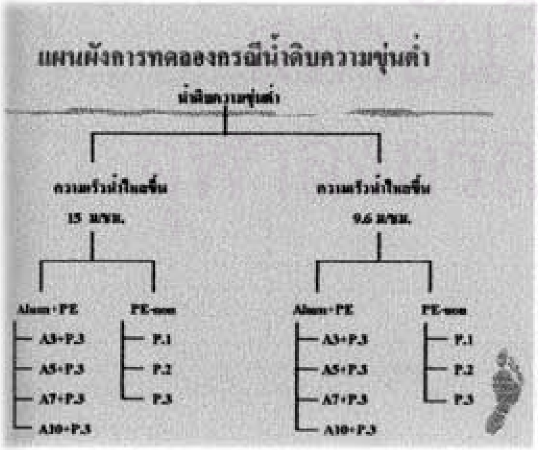
1. ผศ.ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์..........ประธานกรรมการ
2. ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์....................อาจารย์ที่ปรึกษา
3. ผศ.ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ.............กรรมการ
4. อ.ชัยพร ภู่ประเสริฐ............................กรรมการ

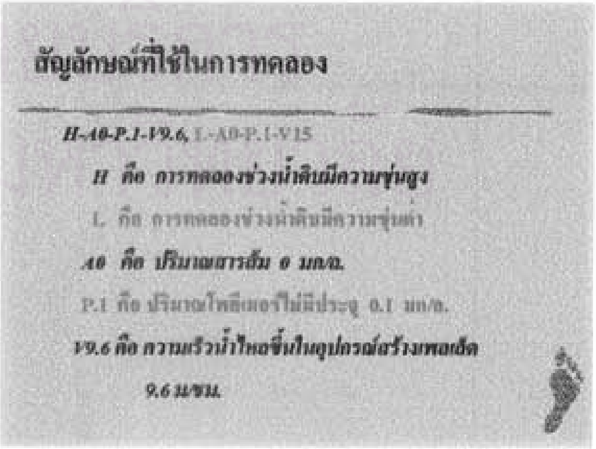

ดุลมวลของของแข็งในกระบวนการสร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น โดยใช้น้ำดิบของ กปน.เป็นน้ำป้อนและสารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์
MASS BALANCE OF SOLIDS IN THE UPFLOW PELLETIZATION PROCESS USING THE MWWA'S RAW WATER AS FEED AND THE ALUM AS COAGULANT
โดย นางสาวกุลธิดา อารีย์สว่างกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์


วัตถุประสงค์
1.ศึกษาดุลมวลของของแข็งในกระบวนการสร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น
2.ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงของความขุ่นในน้ำดิบและปริมาณสารเคมีที่มีผลต่อดุลมวลของกระบวนการสร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้น
3.หาข้อมูลพื้นฐานสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงและประยุกต์กระบวนการนี้เพื่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพต่อไป


ขอบเขตการวิจัย
ใช้น้ำดิบจริงตามธรรมชาติ : เก็บตัวอย่างจากจุดป้อนน้ำเข้าที่โรงงานผลิตน้ำบางเขน
สารโคแอกกูแลนต์ : สารส้มเหลวหรือโพลีเมอร์ไม่มีประจุ
สารโคแอกกูแลนต์เอด : โพลีเมอร์ไม่มีประจุ
ทำการทดลอง 2 ช่วง : ความขุ่นสูง(มากกว่า 100 เอ็นทียู) และความขุ่นต่ำ(น้อยกว่า 100 เอ็นทียู)


แผนผังการทดลองกรณีน้ำดิบความขุ่นสูง
Alum+PE
PE-non
A18.73+P.3
A21.13+P.3
A23.44+P.3
A25.79+P.3
P.1
P.2
P.3
Alum+PE
PE-non
A18.73+P.3
A21.13+P.3
A23.44+P.3
A25.79+P.3
P.1
P.2
P.3


แผนผังการทดลองกรณีน้ำดิบความขุ่นต่ำ
น้ำดิบความขุ่นต่ำ
ความเร็วน้ำไหลขึ้น
15 ม/ชม.
ความเร็วน้ำไหลขึ้น
9.6 ม/ชม.
Alum+PE
PE-non
A3+P.3
A5+P.3
A7+P.3
A10+P.3
P.1
P.2
P.3
Alum+PE
PE-non
A3+P.3
A5+P.3
A7+P.3
A10+P.3
P.1
P.2
P.3


สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง
H-A0-P.1-V9.6, L-A0-P.1-V15
H คือ การทดลองช่วงน้ำดิบมีความขุ่นสูง
L คือ การทดลองช่วงน้ำดิบมีความขุ่นต่ำ
A0 คือ ปริมาณสารส้ม 0 มก/ล.
P.1 คือ ปริมาณโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.1 มก/ล.
V9.6 คือ ความเร็วน้ำไหลขึ้นในอุปกรณ์สร้างเพลเล็ต 9.6 ม/ชม.

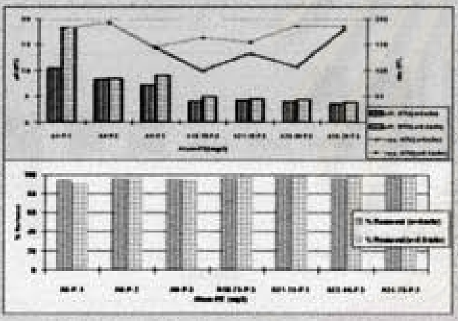
ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ในช่วงความขุ่นสูง

Alum-PE	NTU			
	V=5m/hr		V=9.6m/hr	
	RAW	EFF.	RAW	EFF.
A0-P.1	179.58	16.23	175.89	18.2
A0-P.2	182.97	6.15	182.97	8.33
A0-P.3	145.83	7.11	145.73	9
A18.73-P.3	183.15	3.69	95.93	4.98
A21.33-P.3	155.83	4.12	121.6	4.45
A23.44-P.3	183.18	3.87	103.58	4.73
A25.78-P.3	184.83	3.45	178.13	3.71

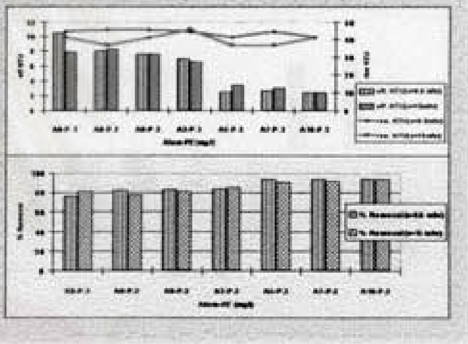
ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ในช่วงความขุ่นต่ำ

Alum-PE	NTU			
	V=9.6m/hr		V=15m/hr	
	RAW	EFF.	RAW	EFF.
A0-P.1	44.05	16.52	41.53	7.83
A0-P.2	45.55	8.03	36.84	9.35
A0-P.3	45.93	7.83	41.85	7.55
A3-P.3	44.65	9.09	40.83	6.03
A5-P.3	41.57	2.53	38.84	3.45
A7-P.3	44.85	2.7	38.84	3.84
A10-P.3	41.53	2.35	41.85	2.35

ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ในช่วงความขุ่นสูง



ความขุ่นน้ำดิบ น้ำผลิต และประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น ในช่วงความขุ่นต่ำ



ประจุคอลลอยด์ของน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นสูง

Alum-PE	Charge (meq/l x 10)					
	v=5m/hr			v=9.6m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	-350	-	-14.3	-250	-	-35.4
A0-P.2	-257.1	-	-7.1	-257.1	-	-7.1
A0-P.3	-247.5	-	-7.1	-242.9	-	-7.1
A18.73-P.3	-278.6	-154.3	0	-250	-107.1	0
A21.33-P.3	-307.1	-171.4	0	-285.7	-157.1	0
A23.44-P.3	-271.4	-92.9	7.14	-285.7	-100	7.14
A25.78-P.3	-307.1	-121.4	7.14	-300	-78.6	7.14

ประจุคอลลอยด์ของน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นต่ำ

Alum-PE	Charge (meq/l x 10)					
	v=9.6m/hr			v=15m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	-131.3	-	-6.25	-143.8	-	-25
A0-P.2	-131.3	-	-7.14	-157.5	-	-25
A0-P.3	-125	-	-6.25	-131.3	-	-12.5
A3-P.3	-125	-37.5	0	-131.3	-62.5	-6.25
A5-P.3	-131.3	-50	0	-137.5	-68.8	-25
A7-P.3	-125	-62.5	25	-137.5	-68.8	0
A10-P.3	-131.3	-68.8	25	-143.8	-75	6.25

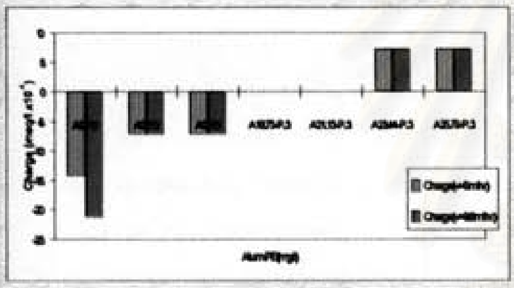
ประจุคอลลอยด์ของน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นสูง

Alum-PE	Charge (meq/l x 10^{6})					
	v=8m/hr			v=9.6m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	-250	-	-14.3	-250	-	-21.4
A0-P.2	-257.1	-	-7.1	-257.1	-	-7.1
A0-P.3	-242.9	-	-7.1	-242.9	-	-7.1
A18.73-P.3	-278.6	-114.3	0	-250	-107.1	0
A21.13-P.3	-307.1	-171.4	0	-285.7	-107.1	0
A23.44-P.3	-271.4	-92.9	7.14	-285.7	-100	7.14
A25.79-P.3	-307.1	-121.4	7.14	-250	-78.6	7.14

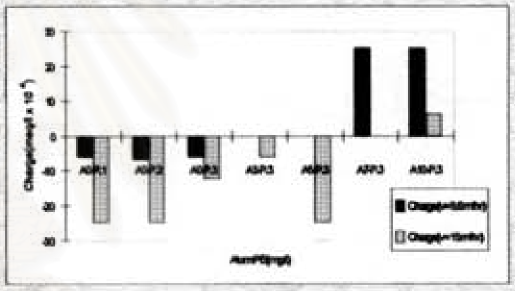
ประจุคอลลอยด์ของน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นต่ำ

Alum-PE	Charge (meq/l x 10^{6})					
	v=5.6m/hr			v=13m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	-131.3	-	-6.25	-143.8	-	-25
A0-P.2	-131.3	-	-7.14	-137.5	-	-25
A0-P.3	-125	-	-6.25	-131.3	-	-12.5
A3-P.3	-125	-37.5	0	-131.3	-62.5	-6.25
A5-P.3	-131.3	-50	0	-137.5	-68.8	-25
A7-P.3	-125	-62.5	25	-137.5	-68.8	0
A10-P.3	-131.3	-68.8	25	-143.8	-75	6.25

ประจุคอลลอยด์ของน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นสูง



ประจุคอลลอยด์ของน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นต่ำ



ประจุคอลลอยดในช่วงความขุ่นสูง

- **<u>สารส้ม</u> ประจุคอลลอยด์น้ำผลิตเป็น 0 หรือบวกเล็กน้อย**
- เกิดกระบวนการโคแอกกูเลชันโดยอาศัยกลไกแบบกวาดเป็นหลัก Al อยู่ในรูป $Al(OH)_3$ และ $Al(OH)^-$ ทำหน้าที่จับอนุภาคคอลลอยด์ เกิดเป็นฟล็อกทำให้ประจุลดลง
- **ประจุคอลลอยด์ของน้ำหลังกวนเร็วต่ำกว่าของน้ำดิบ**
- <u>PE</u> ประจุคอลลอยด์น้ำผลิตเป็นลบเล็กน้อย เนื่องจากมีอนุภาคหลุดออกไปกับน้ำผลิตเป็นจำนวนมาก

ประจุคอลลอยดในช่วงความขุ่นต่ำ

- <u>สารส้ม</u> ประจุคอลลอยด์น้ำดิบ มีค่าต่ำกว่าช่วงความขุ่นสูง
- **ประจุคอลลอยด์น้ำผลิตเป็นลบ, 0 และบวกเล็กน้อย**
- <u>PE</u> ประจุคอลลอยด์น้ำผลิตเป็นลบเล็กน้อย เนื่องจากมีอนุภาคหลุดออกไปกับน้ำผลิต
- **ความเร็วน้ำไหลขึ้นไม่มีผลโดยตรงต่อประจุคอลลอยด์น้ำผลิต**

ตารางแสดงค่ามวลการทดลองที่ H-A18.73-P.3-V9.6

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible] (1)	[illegible] (2)	[illegible] (3)	[illegible] (4)	[illegible] (5)	(1)+(2)-(3)+(4)-(5)
0	[illegible]	[illegible]	264	[illegible]	527	527
						527
6	[illegible]		132	[illegible]		
12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	720
						742

การคำนวณมวลเพลเล็ตจากการทดลอง

<u>ขั้นตอนการหามวลเพลเล็ต</u>

1.เก็บตย.เพลเล็ตที่ระดับ 0, 40, 70, 100 และ 130 ซม.จากก้นกระบอกและหาค่าเอสเอสที่ระดับความสูงต่าง ๆ

2.เขียนกราฟระหว่าง เอสเอสและระดับความสูง

3.คำนวณพื้นที่ใต้กราฟและระดับความสูง

4.หาค่ามวลเพลเล็ตโดยมวลเพลเล็ตเท่ากับ พื้นที่ใต้กราฟคูณกับพื้นที่หน้าตัดของกระบอก

ตัวอย่างการคำนวณชั่วโมงที่ 72(H-A18.73-P.3-V9.6)

1.วัดค่าเอสเอสที่ความสูงต่าง ๆ

ระดับ 40 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 46.95 ก/ล.

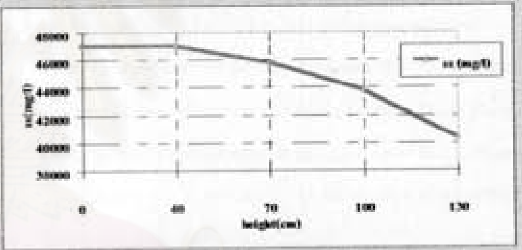
ระดับ 70 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 45.75 ก/ล.

ระดับ 100 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 43.79 ก/ล.

ระดับ 130 ซม. ค่าเอสเอสเท่ากับ 40.32 ก/ล.

2.เขียนกราฟระหว่างเอสเอสและระดับความสูง

กราฟระหว่างเอสเอสกับระดับความสูงเพื่อคำนวณมวลเพลเล็ตจากการทดลอง



3.คำนวณพื้นที่ใต้กราฟระหว่างเอสเอสกับระดับความสูง

พื้นที่ใต้กราฟ = [(46950)(40) + (1/2)(46950+45750)(30)

+ (1/2)(45750+43790)(30)

+ (1/2)(43790+40320)(30)] x 10^{-6} ก./ซม^2

= 5.873 ก./ซม^2

4.คำนวณมวลเพลเล็ต

มวลเพลเล็ต = พื้นที่ใต้กราฟ x พื้นที่หน้าตัดกระบอก

= 5.873 x (p/4) $(5.4)^2$ ก.

= 134.51 ก.

การคำนวนดุลมวล

ตัวอย่างการคำนวนหาดุลมวลการทดลองที่ H-A18.73-P.3-V9.6

1) solids mass เข้า (g/6hr)

ก)ชม.ที่ 0-6 ค่าเอสเอส ณ ชั่วโมงที่ 0 = 160 มก./ล.

ข)ชม.ที่ 6-12 ค่าเอสเอส ณ ชั่วโมงที่ 6 = 150 มก./ล.

อัตราไหลน้ำเดิมเข้าสู่ระบบฯ = 19920 ซม.3/ชม.

ชม.ที่ 0-6;SS เข้า=(160/1000)x(19920/1000)x6= 19.12 ก/6ชม.

ชม.ที่6-12;SSเข้า=(150/1000)x(19920/1000)x6 = 17.93 ก/6ชม.

(2) alum+polymer (g/12hr)

สารส้มใช้วันละ 21.09 ก.และโพลีเมอร์ไม่มีประจุ 0.16 ก.

สารส้ม+โพลีเมอร์ = 21.09+0.16 = 21.25 ก/วัน =10.63 ก/12ชม.

(3) solids mass น้ำผลิต (g/6hr)

ก.ชั่วโมงที่ 0-6 ค่าเอสเอสออก ณ ชั่วโมงที่ 0 = 20 มก/ล.

ข.ชั่วโมงที่ 6-12 ค่าเอสเอสออก ณ ชั่วโมงที่ 6 = 150 มก/ล.

อัตราไหลน้ำผลิตออกจากระบบฯ = 21960 ซม^3/ชม.

ชม.ที่ 0-6 ; SS เข้า = 20/1000 x 21960/1000 x 6 = 2.64 ก/6ชม.

ชม.ที่ 6-12 ; SS เข้า = 10/1000 x 21960/1000 x 6 = 1.32 ก/6ชม.

(4) solids mass ทิ้ง (g/6hr)

ชม.ที่ 0-6 ; ระบายเพลเล็ตทิ้งครั้งที่ 1 450 ซม^3

วัดเอสเอสได้ 17.43 ก/ลิตร

SS drain = (450/1000) x 17.43 = 7.84 ก/6ชม.

ชม.ที่ 6-12 ; ระบายเพลเล็ตทิ้งครั้งที่ 2 345 ซม^3

วัดเอสเอสได้ 18.35 ก/ลิตร

SS drain = 345/1000 x 18.35 = 6.33 ก/6ชม.

(5) mass ตัวอย่างน้ำ (g/12hr)

ชม.ที่ 0 ; เพลเล็ตที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์หา parameter ต่างๆ

ที่ระดับ 40 ซม. ปริมาณตย.น้ำ 70 มล.ค่า SS = 22.78 ก/ลิตร

ที่ระดับ 70 ซม. ปริมาณตย.น้ำ 60 มล.ค่า SS = 21.44 ก/ลิตร

ที่ระดับ 100 ซม.ปริมาณตย.น้ำ 62 มล.ค่า SS = 18.17 ก/ลิตร

ที่ระดับ 130 ซม.ปริมาณตย.น้ำ 70 มล.ค่า SS = 17.95 ก/ลิตร

SS = (70x22.78)/1000+ (60x21.44)/1000+ (62x18.17)/1000

+ (70x17.95)/1000

= 1.59 + 1.29 + 1.13 + 1.26

= 5.27 ;/12°Å.

(6) mass ในกระบอก (g)

ปริมาณของแข็งในกระบอก ณ ชม.ที่ 12 ได้จากการนำ mass เริ่มต้น ชม.ที่ 0 (52.77 กรัม) รวมกับ solids massเข้าจากชม.ที่ 0-12(19.12+17.93) และ alum+polymer ใน 12 ชม.(10.63) ลบด้วย solids mass น้ำผลิตจากชม.ที่ 0-12(2.64+1.32), solids mass ทิ้งใน 12 ชม. (7.84+6.33) และ mass ตย.น้ำใน 12 ชม.(5.27+5.85)

ดังนั้น massในระบบ ณ ชม.ที่ 12 = 52.77+19.12+17.93+10.63

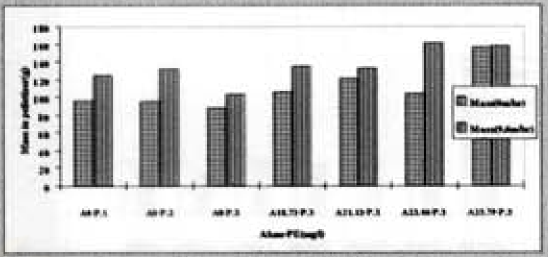
-2.64-1.32-7.84-6.33-5.27-5.85

= 71.20 กรัม

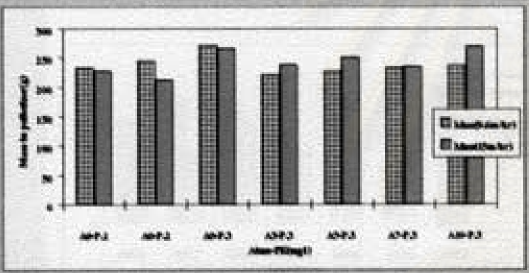
มวลเพลเล็ตในอุปกรณ์ฯ ในช่วงความขุ่นสูงและต่ำ

มวลเพลเล็ตในอุปกรณ์ฯ ที่สภาวะคงตัว (กรัม)					
ช่วงความขุ่นสูง			ช่วงความขุ่นต่ำ		
Alum-PE	V=6m/hr	V=9.6m/hr	Alum-PE	V=9.6m/hr	V=15m/hr
A0-P.1	96.24	124.77	A0-P.1	233.28	228.45
A0-P.2	95.61	131.26	A0-P.2	245.82	212.16
A0-P.3	86.75	102.45	A0-P.3	272.11	265.47
A18.73-P.3	105.87	134.81	A3-P.3	220.49	238.17
A21.13-P.3	120.39	131.83	A5-P.3	226.34	250.11
A22.66-P.3	103.31	160.22	A7-P.3	233.42	234.45
A25.79-P.3	155.27	156.88	A10-P.3	237.45	268.72

มวลเพลเล็ตในอุปกรณ์ ในช่วงความขุ่นสูง



มวลเพลเล็ตในอุปกรณ์ ในช่วงความขุ่นต่ำ



ดุลมวลของของแข็งในช่วงความขุ่นสูง

- สารส้ม ปริมาณเพลเล็ตในอุปกรณ์ฯ 132-160 ก.(9.6 ม/ชม.) และ 103-155 ก.(6 ม/ชม.)
- ปริมาณเพลเล็ตในระบบสะสมเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เดินระบบจนกระทั่งระบบถึงสถานะคงตัว
- เดินระบบยาวนานขึ้น ยังคงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยผลิตน้ำที่มีคุณภาพสูงได้โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มระบบใหม่บ่อยๆ
- การสะสมตัวของเพลเล็ต: ความขุ่นน้ำดิบ, ความขุ่นน้ำผลิต และปริมาณเพลเล็ตเริ่มต้นในการเดินระบบ

- น้ำดิบที่เข้ามีความขุ่นสูง มีผลต่อการเพิ่มมวลเพลเล็ตในระบบมากกว่ากรณีความขุ่นต่ำ และเมื่อมวลเพลเล็ตเริ่มต้นในกระบวนการมากจะดักจับอนุภาคความขุ่นที่เข้าสู่ระบบได้มากกว่า
- PE ปริมาณเพลเล็ตในอุปกรณ์ฯ 102-132 ก.และ 86-96 ก.
- สามารถสะสมมวลเพลเล็ตในระบบได้เช่นเดียวกับสารส้มแต่มีข้อจำกัดในการใช้ PE เพียงอย่างเดียว คือ คุณภาพน้ำผลิตที่ได้ยังคงมีความขุ่นเหลือค้างออกมามาก

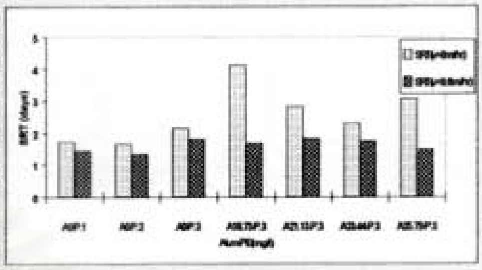
ดุลมวลของของแข็งในช่วงความขุ่นต่ำ

- สารส้ม ปริมาณเพลเล็ตในอุปกรณ์ฯ 234-268 ก.(15 ม/ชม.) และ 220-237 ก. (9.6 ม/ชม.)
- ปริมาณเพลเล็ตมากกว่าช่วงแรก : การปรับความเร็วในการป้อนสารเคมี จาก 1,320 และ 720 cm^3/min เป็น 90 และ 40 cm^3/min
- PE ปริมาณเพลเล็ตในอุปกรณ์ฯ 212-265 ก.และ 233-272 ก.
- เปรียบเทียบที่ความเร็วน้ำไหลซึ่งต่างกัน มวลเพลเล็ตในระบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ผลกระทบของตะกอนที่เข้ามีน้อยกว่าการทดลองในช่วงความขุ่นสูง

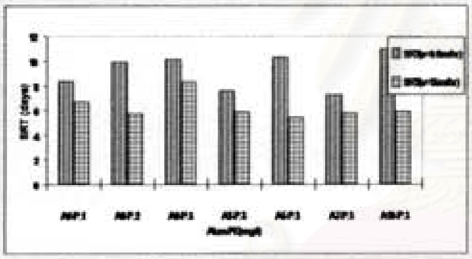
เวลากักของแข็งที่สถานะคงตัวในช่วงความขุ่นสูงและต่ำ

Alum-PE	เวลากักของแข็งที่สถานะคงตัว(day)				
	ในช่วงความขุ่นสูง		Alum-PE	ในช่วงความขุ่นต่ำ	
	V=6m/hr	V=9.6m/hr		V=9.6m/hr	V=15m/hr
A0-P.1	1.73	1.44	A0-P.1	8.36	5.86
A0-P.2	1.67	1.33	A0-P.2	9.90	5.78
A0-P.3	2.17	1.81	A0-P.3	10.15	8.31
A18.73-P.3	4.10	1.69	A3-P.3	7.60	5.90
A21.13-P.3	2.84	1.83	A5-P.3	10.30	5.44
A23.44-P.3	2.32	1.75	A7-P.3	7.29	5.83
A25.79-P.3	3.05	1.46	A10-P.3	10.93	5.93

เวลากักของแข็งที่สถานะคงตัว ในช่วงความขุ่นสูง



เวลากักของแข็งที่สถานะคงตัว ในช่วงความขุ่นต่ำ



เวลากักของแข็งในช่วงความขุ่นสูง

- สารส้ม เวลากักของแข็งมีค่า 1.40-1.98 วัน(9.6 ม/ชม) และ 2.51-4.28 วัน (6 ม/ชม)
- V ต่ำ เฮดลอสจึงต่ำ มวลเพลเล็ตในระบบใกล้เคียงกัน ดังนั้น ระบายทิ้งน้อย เวลากักสูง
- PE เวลากักของแข็งมีค่า 1.52-1.84 วัน และ 1.77-2.24 วัน
- ปริมาณสารส้มไม่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงเวลากัก

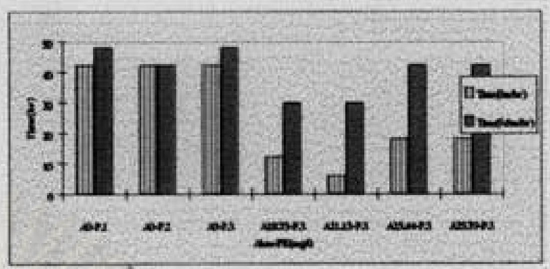
เวลากักของแข็งในช่วงความขุ่นต่ำ

- สารส้ม เวลากักของแข็งมีค่า 5.40-7.43 วัน (15 ม/ชม) และ 8.81-10.37 วัน (9.6 ม/ชม)
- ระบายทิ้งน้อยกว่าในช่วงความขุ่นสูง และมวลเพลเล็ตในระบบมีค่าสูงมาก เวลากักจึงสูงกว่า
- PE เวลากักของแข็งมีค่า 6.18-8.20 วัน และ 9.85-11.74 วัน
- เวลากักของแข็งในการทดลองที่มีการใช้สารส้มมีใกล้เคียงกับการทดลองที่ไม่ใช้สารส้ม

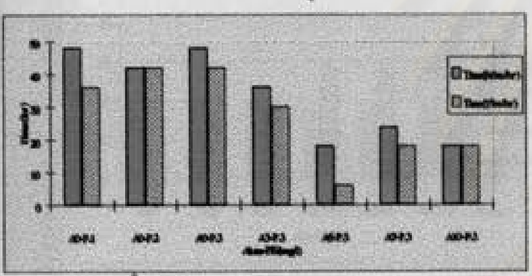
เวลาเดินระบบจนความขุ่นคงตัว ในช่วงความขุ่นสูงและต่ำ

Alum-PE	เวลาเดินระบบจนความขุ่นคงตัว(hr)				
	ในช่วงความขุ่นสูง		Alum-PE	ในช่วงความขุ่นต่ำ	
	V=6m/hr	V=9.6m/hr		V=9.6m/hr	V=15m/hr
A0-P.1	42	48	A0-P.1	48	36
A0-P.2	42	42	A0-P.2	42	42
A0-P.3	42	48	A0-P.3	48	42
A18.73-P.3	12	30	A3-P.3	36	30
A21.13-P.3	6	30	A5-P.3	18	6
A23.44-P.3	18	42	A7-P.3	24	18
A25.79-P.3	18	42	A10-P.3	18	18

เวลาเดินระบบจนน้ำผลิตมีความขุ่นคงตัว ในช่วงความขุ่นสูง



เวลาเดินระบบจนน้ำผลิตมีความขุ่นคงตัว ในช่วงความขุ่นต่ำ



เวลาเดินระบบจนความขุ่นน้ำผลิตคงตัวในช่วงความขุ่นสูง

- <u>สารส้ม</u> เวลาเดินระบบจนความขุ่นคงตัว 30-42 ชม. (9.6 ม/ชม) และ 6-18 ชม. (6 ม/ชม)
- V ต่ำ Time ต่ำ ระบบฯมีมวลเข้าน้อยและปริมาณสารส้มที่ใช้มีความเหมาะสมกับการกำจัดความขุ่นน้ำดิบมากกว่ากรณีใช้ V สูง ดังนั้น จึงใช้เวลาเดินระบบจนความขุ่นน้ำผลิตคงตัวน้อยกว่า

- <u>PE</u> เวลาเดินระบบ 42-48 ชม. (9.6 ม/ชม) และ 42 ชม. (6 ม/ชม)
- ใช้ PE ผลิตน้ำใสได้แต่ไม่สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพสูง จึงต้องการเวลาเพื่อให้ความขุ่นน้ำผลิตคงตัวเป็นเวลานานกว่า

เวลาเดินระบบจนความขุ่นน้ำผลิตคงตัวในช่วงความขุ่นต่ำ

- <u>สารส้ม</u> เวลาเดินระบบจนความขุ่นคงตัว 6-30 ชม. (15 ม/ชม) และ 18-36 ชม. (9.6 ม/ชม)
- **<u>PE</u> เวลาเดินระบบ 36-42 ชม. (15 ม/ชม) และ 42-48 ชม. (9.6 ม/ชม)**
- สารส้ม 3 มก/ล. มีเวลาเดินระบบฯสูง ปริมาณสารส้มที่ใช้ไม่พอกับความต้องการในการผลิตน้ำที่มีคุณภาพสูง ดังนั้น จึงต้องการเวลาที่นานมากขึ้นในการกำจัดความขุ่นจากน้ำดิบ

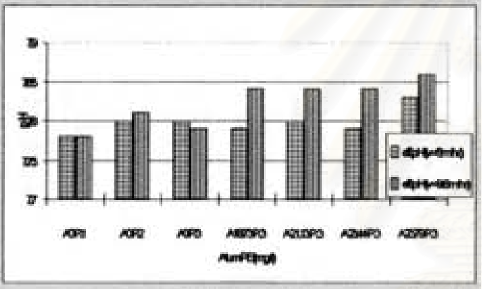
ตารางแสดงพีเอช ช่วงความขุ่นสูง

Alum-PE	pH					
	V=6m/hr			V=9.6m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	7.66	-	7.78	7.66	-	7.78
A0-P.2	7.66	-	7.8	7.66	-	7.81
A0-P.3	7.63	-	7.8	7.63	-	7.79
A19.73-P.3	7.62	7.76	7.79	7.67	7.79	7.84
A21.13-P.3	7.58	7.72	7.8	7.66	7.79	7.84
A23.44-P.3	7.62	7.69	7.79	7.65	7.8	7.84
A25.79-P.3	7.68	7.74	7.83	7.66	7.81	7.86

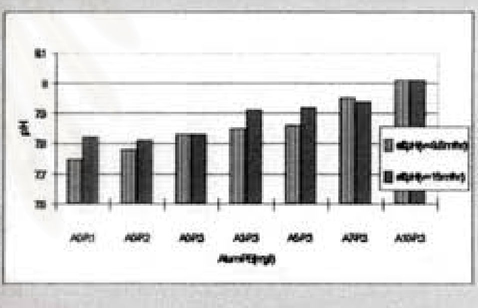
ตารางแสดงพีเอช ในช่วงความขุ่นต่ำ

Alum-PE	pH					
	V=9.6m/hr			V=15m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	7.61	-	7.75	7.65	-	7.82
A0-P.2	7.63	-	7.78	7.62	-	7.81
A0-P.3	7.63	-	7.83	7.6	-	7.83
A3-P.3	7.6	7.77	7.85	7.63	7.74	7.91
A5-P.3	7.6	7.78	7.86	7.62	7.76	7.92
A7-P.3	7.6	7.75	7.95	7.62	7.75	7.94
A10-P.3	7.6	7.78	8.01	7.65	7.77	8.01

พีเอชน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นสูง



พีเอชน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นต่ำ



พีเอช ในช่วงความขุ่นสูง

- สารส้ม พีเอชน้ำผลิต > น้ำหลังกวนเร็ว> น้ำดิบ
- การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชยังไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัด เนื่องจาก พีเอชมีค่าใกล้เคียงกันในทุกความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้
- ความเร็วน้ำไหลขึ้นไม่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอช

พีเอช ในช่วงความขุ่นต่ำ

- ปริมาณสารเคมีไม่มีผลโดยตรงต่อพีเอช โดยพีเอชน้ำผลิตที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด
- **การใช้สารส้มร่วมในการทดลองจะมีค่าพีเอชสูงกว่าเมื่อไม่มีการใช้**
- ความเร็วน้ำไหลขึ้นไม่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช

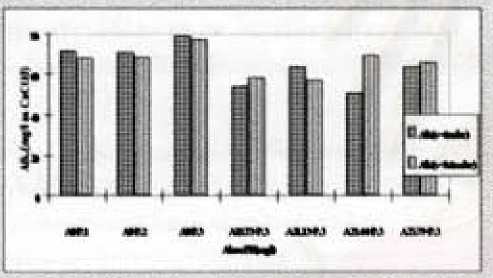
ตารางแสดง สภาพด่างในช่วงความขุ่นสูง

Alum-PE	Alk.(mg/l as $CaCO_3$)					
	V=6m/hr			V=9.6m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	71.73	-	71	71.73	-	67.54
A0-P.2	71.73	-	70.4	71.73	-	68.15
A0-P.3	80.79	-	78.61	80.79	-	76.57
A18.75-P.3	69.64	57.81	53.63	73.83	61.29	58.5
A21.13-P.3	76.7	68.95	63.38	71.73	61.29	57.11
A23.44-P.3	72.43	55.02	50.84	80.79	73.82	69.01
A25.79-P.3	79.4	66.41	63.38	80.79	69.65	65.52

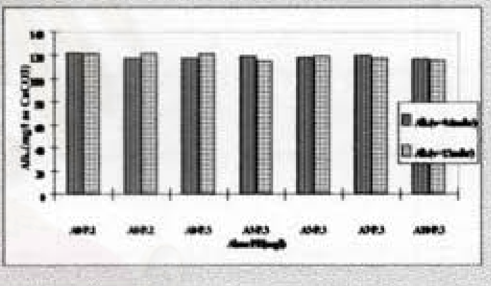
ตารางแสดง สภาพด่างในช่วงความขุ่นต่ำ

Alum-PE	Alk.(mg/l as $CaCO_3$)					
	V=9.6m/hr			V=15m/hr		
	RAW	MIX	EFF.	RAW	MIX	EFF.
A0-P.1	124.32	-	121.93	122.49	-	121.22
A0-P.2	119.44	-	117.58	123.1	-	121.9
A0-P.3	119.44	-	117.02	121.88	-	120.79
A3-P.3	124.32	120.74	118.66	119.44	117.38	115.19
A5-P.3	122.49	119.51	118.22	123.1	120.66	118.7
A7-P.3	124.32	120.88	119.55	123.1	119.62	117.62
A10-P.3	122.49	118.04	116.32	121.88	117.76	115.95

สภาพด่างน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นสูง



สภาพด่างน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นต่ำ



สภาพด่าง ในช่วงความขุ่นสูง

- สารส้ม สภาพด่างน้ำดิบ > น้ำหลังกวนเร็ว > น้ำผลิต
- **น้ำดิบผ่านโคแอกกูเลชันด้วยสารส้ม ทำให้ค่าลดลง แต่เมื่อผ่านเข้าอุปกรณ์ฯไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส สภาพด่างน้ำผลิตจึงมีค่าใกล้เคียงกับสภาพด่างน้ำหลังกวนเร็ว**
- PE น้ำดิบผ่านเข้าอุปกรณ์ฯ จะไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ดังนั้น สภาพด่างน้ำผลิตจึงมีค่าใกล้เคียงกับน้ำดิบ ในทุกความเข้มข้นของโพลีเมอร์

สภาพด่าง ในช่วงความขุ่นต่ำ

- สภาพด่างน้ำดิบสูงกว่าในช่วงความขุ่นสูงค่อนข้างมาก และปริมาณสารส้มต่างกัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบได้
- แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับในช่วงความขุ่นสูง
- ความเร็วน้ำไหลขึ้นไม่มีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพด่างของน้ำดิบ

ขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นเพลเล็ต ในช่วงความขุ่นสูง

Alum-PE	Dia.(mm)		Vel.(m/hr)		Density(g/cm^3)	
	V=6m/hr	V=9.6m/hr	V=6m/hr	V=9.6m/hr	V=6m/hr	V=9.6m/hr
A0-P.1	0.2	0.19	6.18	9.6	1.07	1.12
A0-P.2	0.2	0.2	6.24	9.63	1.07	1.11
A0-P.3	0.21	0.21	6.24	9.66	1.06	1.10
A18.73-P.3	0.22	0.21	6.21	9.66	1.06	1.10
A21.13-P.3	0.22	0.22	6.21	9.69	1.06	1.09
A23.44-P.3	0.23	0.22	6.24	9.75	1.05	1.09
A25.78-P.3	0.23	0.23	6.24	9.75	1.05	1.08

ขนาด ความเร็วจมตัวและความหนาแน่นเพลเล็ต ในช่วงความขุ่นต่ำ

Alum-PE	Dia.(mm)		Vel.(m/hr)		Density(g/cm^3)	
	V=9.6m/hr	V=15m/hr	V=9.6m/hr	V=15m/hr	V=9.6m/hr	V=15m/hr
A0-P.1	0.12	0.13	9.54	15	1.14	1.21
A0-P.2	0.13	0.13	9.6	15	1.12	1.21
A0-P.3	0.13	0.13	9.63	15	1.12	1.19
A3-P.3	0.13	0.13	9.63	15	1.10	1.17
A5-P.3	0.14	0.14	9.63	15.06	1.10	1.16
A7-P.3	0.16	0.16	9.63	15.06	1.09	1.16
A10-P.3	0.18	0.18	9.66	15.12	1.09	1.14

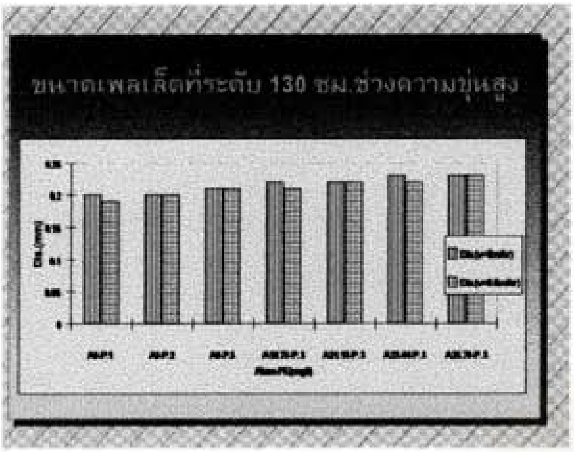
ขนาด, ความเร็ว และความหนาแน่น ช่วงความขุ่นสูง

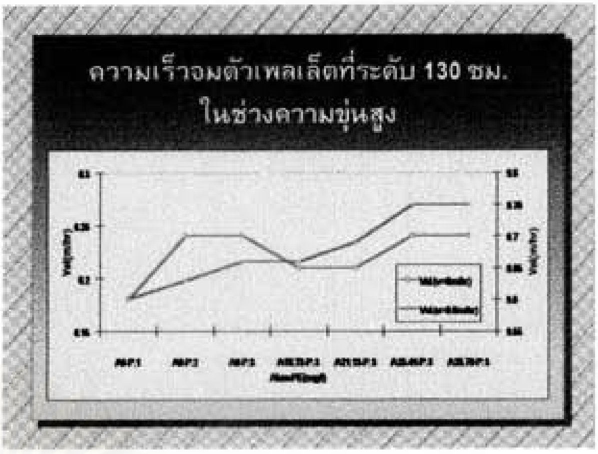
- ขนาด ระดับ 0 > 130 ซม. มีแนวโน้มใหญ่ขึ้นตามปริมาณสารส้ม
- **ความเร็วจมตัว ระดับ 0 > 130 ซม.มีแนวโน้มเร็วขึ้นตามปริมาณสารส้ม ที่ระดับ 130 ซม.มีค่าใกล้เคียงกับความเร็วน้ำที่ใช้ทดลอง**
- ความหนาแน่น ใกล้เคียงกันในทุกความเข้มข้นสารเคมี
- **V สูง มีความหนาแน่นเพลเล็ตสูงกว่า เนื่องจากขนาดเพลเล็ตที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองความเร็วน้ำที่ทดลอง เมื่อคำนวณความหนาแน่นตาม Stroke's Law จึงมีค่าความหนาแน่นสูงกว่า**

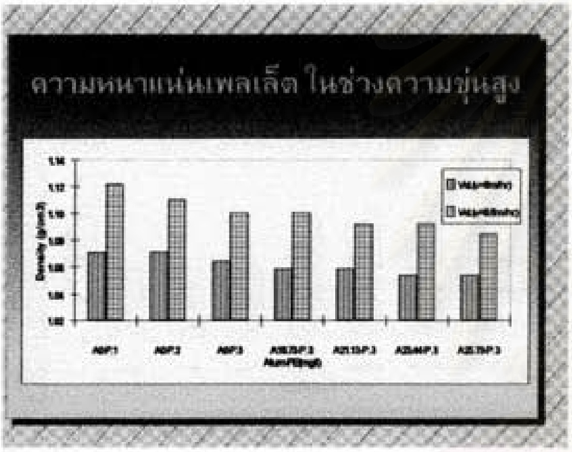
ขนาด, ความเร็ว และความหนาแน่น ช่วงความขุ่นต่ำ

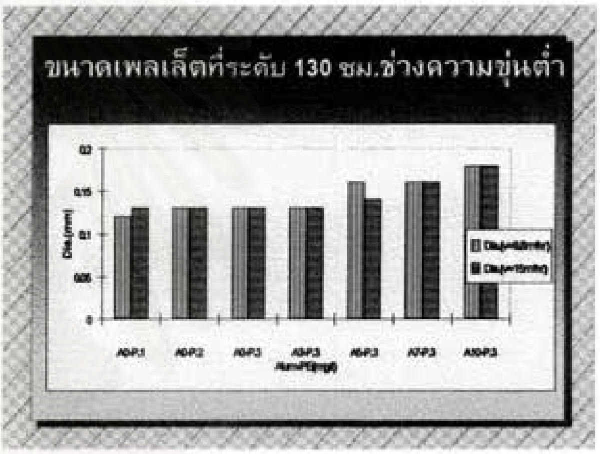
- ขนาดและความเร็วจมตัวมีแนวโน้มเช่นเดียวกับช่วงความขุ่นสูง
- การทดลองใช้สารส้ม เพลเล็ตมีแนวโน้มใหญ่กว่าการทดลองที่ใช้ PE และเมื่อเพิ่มปริมาณสารส้มจะทำให้เพลเล็ตมีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจาก มีอะลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบในเพลเล็ตด้วย
- ความเร็วจมตัวของเพลเล็ตที่ระดับ 130 ซม. มีความสัมพันธ์กันโดยตรงต่อคุณภาพน้ำผลิต

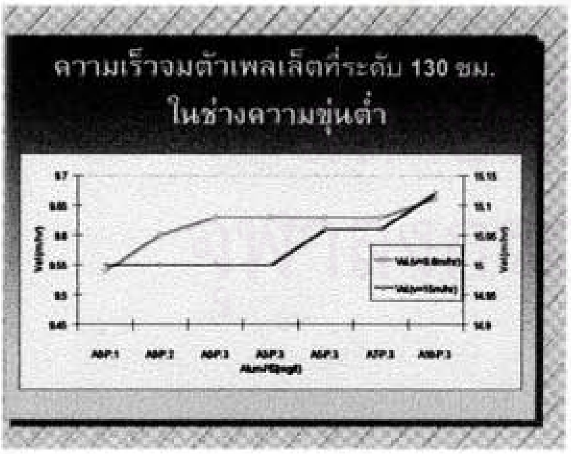
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

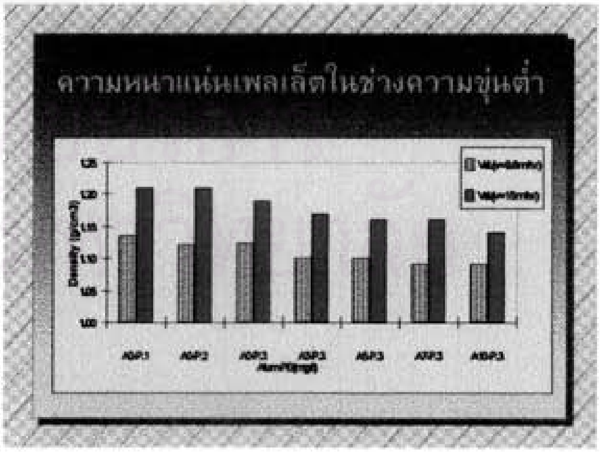

ขนาดเพลเล็ตที่ระดับ 130 ซม.ช่วงความขุ่นสูง


ความเร็วจมตัวเพลเล็ตที่ระดับ 130 ซม.
ในช่วงความขุ่นสูง


ความหนาแน่นเพลเล็ต ในช่วงความขุ่นสูง


ขนาดเพลเล็ตที่ระดับ 130 ซม.ช่วงความขุ่นต่ำ


ความเร็วจมตัวเพลเล็ตที่ระดับ 130 ซม.
ในช่วงความขุ่นต่ำ


ความหนาแน่นเพลเล็ตในช่วงความขุ่นต่ำ

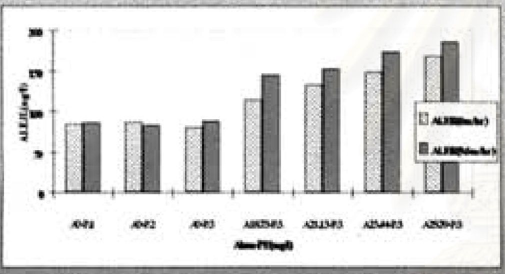
ปริมาณอะลูมิเนียม ในช่วงความขุ่นสูง

Alum-PE	Aluminium (µg/l)			
	V - 6 m/hr		V - 9.6 m/hr	
	RAW	Eff.	RAW	Eff.
A0-P.1	80.2	84.7	79.1	85.3
A0-P.2	81.4	84.5	74.3	82.1
A0-P.3	76.5	88.1	78.4	87.6
A10.73-P.3	78.2	114.5	79.5	144.1
A21.13-P.3	74.8	132.6	73.3	152.8
A23.44-P.3	76.3	148.8	77.7	173.5
A25.79-P.3	80.2	167.9	72.9	185.8

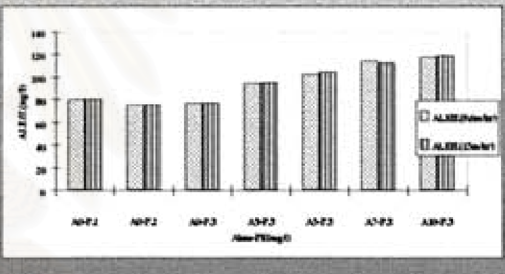
ปริมาณอะลูมิเนียม ในช่วงความขุ่นต่ำ

Alum-PE	Aluminium (µg/l)			
	V - 9.6 m/hr		V - 15 m/hr	
	RAW	Eff.	RAW	Eff.
A0-P.1	77.7	80.1	72.1	80.1
A0-P.2	74.3	75.3	70.2	75.3
A0-P.3	74.3	76.9	69.8	76.9
A3-P.3	77.7	94.3	74.3	95.4
A5-P.3	72.1	102.4	70.2	104.3
A7-P.3	77.7	114.1	70.2	112.8
A10-P.3	72.1	117.7	69.9	118.7

ปริมาณอะลูมิเนียมในน้ำผลิตในช่วงความขุ่นสูง



ปริมาณอะลูมิเนียมในน้ำผลิต ในช่วงความขุ่นต่ำ



อะลูมิเนียม ในช่วงความขุ่นสูง

- สารส้ม Al ในน้ำผลิตมีค่าต่ำกว่า 200 ไมโครกรัมต่อลิตร (ต่ำกว่ามาตรฐาน WHO, 1984)
- Al ที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารส้มที่ใช้ในการทดลอง
- PE Al น้ำผลิตมีค่าใกล้เคียงกับในน้ำดิบ เนื่องจาก Al ในน้ำดิบเป็น Al ที่ละลายน้ำเป็นไอออน กระบวนการสร้างเพลเล็ตจึงไม่สามารถจับไอออนในน้ำดิบได้

อะลูมิเนียม ในช่วงความขุ่นต่ำ

- Al น้ำผลิตมีแนวโน้มเช่นเดียวกับช่วงความขุ่นสูง
- Al น้ำผลิตช่วงความขุ่นต่ำมีค่าต่ำกว่า เนื่องจาก ใช้สารส้มในปริมาณที่น้อยกว่า และ Al ในน้ำดิบช่วงนี้มีค่าน้อยกว่า
- Al น้ำดิบแปรผันค่อนข้างมาก ดังนั้น การพิจารณาเฉพาะค่า Al น้ำผลิตจึงไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัด

สรุปผลการทดลอง

1.ความขุ่นน้ำผลิตในการทดลองที่ใช้สารส้มมีค่าต่ำกว่าความขุ่นในกรณีไม่ใช้สารส้มในทุกความเข้มข้นของสารเคมีและระบบสามารถผลิตน้ำที่คุณภาพสูง (ความขุ่นต่ำกว่า 5 เอ็นทียู) ส่วนในการทดลองที่ใช้โพลิเมอร์ไม่มีประจุเป็นโคแอกกูแลนต์จะสามารถผลิตน้ำที่มีความใสแต่คุณภาพต่ำ(ความขุ่นสูงกว่า 5 เอ็นทียู)

2. ประจุคอลลอยด์น้ำผลิตมีความสัมพันธ์กับความขุ่น คือใช้โพลิเมอร์พบว่าความขุ่นน้ำผลิตที่วัดได้มีค่าสูงกว่ามาตรฐานเนื่องจากมีอนุภาคหลุดออกไปกับน้ำผลิตทำให้ประจุมีค่าเป็นลบเล็กน้อย ส่วนการทดลองที่ใช้สารส้ม ค่าประจุคอลลอยด์น้ำผลิตมีค่าเป็น 0 และเป็นบวกเล็กน้อย เมื่อน้ำผ่านกระบวนการจนได้น้ำผลิตคุณภาพสูงมีการจับความขุ่นไว้ได้เกือบทั้งหมด

3. การสะสมตัวของเพลเล็ตขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความขุ่นน้ำดิบ, ความขุ่นน้ำผลิตและปริมาณเพลเล็ตเริ่มต้นในการเดินระบบ โดยปริมาณของของแข็งที่สะสมในระบบไม่ขึ้นกับปริมาณสารเคมีที่ใช้ และมีแนวโน้มว่า เมื่อน้ำดิบที่เข้ามีความขุ่นสูงจะมีผลต่อการเพิ่มมวลของเพลเล็ตในระบบมากกว่าและเมื่อมีมวลเพลเล็ตเริ่มต้นมากจะสามารถดักจับอนุภาคความขุ่นที่เข้าสู่ระบบได้มากกว่า

4. ปริมาณเพลเล็ตในระบบฯมีการสะสมเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เดินระบบจนกระทั่งระบบฯถึงสภาวะคงตัว ปริมาณที่เข้ามีค่ามากกว่าออกจนกระทั่งระบบฯเข้าสู่สภาวะคงตัวจึงจะมีปริมาณของแข็งที่เข้าใกล้เคียงกับปริมาณที่ออก และมีการสะสมเพลเล็ตในระบบน้อยลงจนกระทั่งผลต่างของของแข็งที่สะสมในระบบฯใกล้เคียงศูนย์ โดยปริมาณสารส้มที่ใช้ไม่มีผลโดยตรงต่อมวลเพลเล็ตที่เพิ่มขึ้น

5. ปริมาณสารส้มไม่มีผลโดยตรงต่อเวลากักของแข็ง แต่มีความสัมพันธ์ทางอ้อม คือ การทดลองที่ใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้นต่ำจะมีปริมาณของแข็งเข้าสู่ระบบฯ น้อยกว่าที่ความเร็วน้ำไหลขึ้นสูง ในขณะที่มวลเพลเล็ตมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงมีปริมาณของแข็งส่วนเกินที่ต้องระบายทิ้งออกในปริมาณน้อยกว่าด้วย

6. ในการทดลองที่ใช้โพลิเมอร์ไม่มีประจุเป็นโคแอกกูแลนต์ มีเวลาเดินระบบฯจนกว่าความขุ่นน้ำผลิตคงตัวสูงกว่าการทดลองที่ใช้สารส้มเป็นโคแอกกูแลนต์ และมีแนวโน้มว่า ในการทดลองที่ความเร็วน้ำไหลขึ้นสูง มีเวลาเดินระบบฯจนกว่าความขุ่นน้ำผลิตคงตัว สูงกว่าการทดลองที่ใช้ความเร็วน้ำไหลขึ้นต่ำ เนื่องจากมีปริมาณความขุ่นเข้าระบบฯสูงกว่านั่นเอง

7. ปริมาณสารเคมีไม่มีผลโดยตรงต่อพีเอช โดยพีเอชน้ำผลิตสูงกว่าน้ำหลังกวนเร็วเล็กน้อย ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด เนื่องจาก เมื่อแปรค่าสารเคมีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอช

8. เพลเล็ตมีขนาดใกล้เคียงกันในการทดลองที่ใช้สารส้มและโพลีเมอร์และมีแนวโน้มว่า เมื่อเพิ่มสารเคมีทำให้เพลเล็ตมีขนาดใหญ่ขึ้นและที่ความเร็วน้ำไหลขึ้นสูงมีความหนาแน่นเพลเล็ตสูงกว่า

9. สภาพด่างของน้ำหลังกวนเร็วต่ำกว่าน้ำดิบและสภาพด่างน้ำผลิต ต่ำกว่าน้ำหลังกวนเร็วเล็กน้อยในทุกความเข้มข้นของสารส้มที่ใช้ เนื่องจาก กระบวนการโคแอกกูเลชันด้วยสารส้มจะทำให้สภาพด่างลดลง แต่เมื่อน้ำหลังกวนเร็วผ่านเข้าอุป กรณ์ฯ จะไม่เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส สภาพด่างน้ำหลังกวนเร็วจึงมีค่าใกล้เคียงกับสภาพด่างน้ำผลิต

10. ปริมาณอะลูมิเนียมน้ำผลิตมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 200 ไมโครกรัมต่อลิตร (WHO, 1984) ในทุกความเข้มข้นสารเคมีที่ทดลอง โดยอะลูมิเนียมน้ำผลิตช่วงความขุ่นต่ำมีค่าต่ำกว่าช่วงความขุ่นสูง เนื่องจากมีการใช้สารส้มในการทดลองปริมาณน้อยกว่า รวมทั้งอะลูมิเนียมน้ำดิบช่วงความขุ่นต่ำมีค่าน้อยกว่า ดังนั้น ค่าอะลูมิเนียมน้ำผลิตช่วงความขุ่นต่ำจึงมีค่าต่ำกว่าความขุ่นสูง

ข้อเสนอแนะ

- ✓ ศึกษาถึงการนำระบบฯไปใช้ในการกำจัดน้ำเสีย เช่น การกำจัดโลหะหนัก เป็นต้น
- ✓ ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสารโคแอกกูแลนต์จากสารส้มเป็นพีเอซีแอล(PACl) ในกระบวนการผลิตน้ำประปาโดยใช้น้ำดิบจริง
- ✓ ศึกษาถึงประสิทธิภาพการรับสภาพช็อก (shock load) ของระบบฯ
- ✓ ศึกษาถึงการเพิ่มขนาดอุปกรณ์สร้างเพลเล็ตแบบไหลขึ้นเพื่อนำไปใช้ในระบบผลิตน้ำประปาขนาดเล็กต่อไป
- ✓ ศึกษาสมบัติของเพลเล็ตที่ได้เปรียบเทียบกับตะกอนที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำวิธีอื่น
- ✓ ศึกษาการใช้โพลีเมอร์เพียงอย่างเดียวอย่างลึกซึ้ง เพื่อลดปริมาณเพลเล็ตที่ต้องระบายทิ้งออกจากระบบฯ
- ✓ ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างสารเคมีกับความขุ่นน้ำดิบอย่างลึกซึ้ง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ปริมาณสารเคมีให้เหมาะกับสภาพน้ำดิบ
- ✓ เปลี่ยนแหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาถึงความสามารถของระบบฯ ต่อน้ำดิบชนิดต่างๆที่มีในประเทศ

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกุลธิดา อารีย์สว่างกิจ เกิดวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2514 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีวิทยา สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2537

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย