ผลของความสูงชั้นเม็ดตะกอนต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น

นาย ปริญญา ณ นคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-554-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018505

EFFECTS OF PELLET-FLOC BLANKET HEIGHT ON THE TURBIDITY REMOVAL

MR. PARINYA NA NAKORN

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Environmental Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1992

ISBN 974-581-554-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของความสูงชั้นเม็ดตะกอนต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น

โดย นาย ปริญญา ณ นคร

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ.ดร.ธีระ เกรอต)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

.....กรรมการ

(รศ.สุรี ชาวเชียร)

.....กรรมการ

(ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

พระมหากรุณาธิคุณ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริญญา ณ นคร : ผลของความสูงชั้นเม็ดตะกอนต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น
(EFFECTS OF PELLET-FLOC BLANKET HEIGHT ON THE TURBIDITY REMOVAL)
อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ , จำนวน 117 หน้า ISBN 974-581-554-3

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของความสูงชั้นเม็ดตะกอนที่ระดับต่างๆ (70,90,110 และ 130 ซม.) ต่อประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่น โดยกำหนดให้มีการใช้ PAC1 เป็นโคแอกกูแลนท์ที่ปริมาณ 1,2,3, และ 4 มก./ล. และช่วงห่างใบพัดที่ความห่างต่างๆ 4 ค่าคือ 5,10,15 และ 20 ซม. เป็นตัวแปรร่วมในแต่ละความสูงชั้นเม็ดตะกอนนี้ การทดลองครั้งนี้ใช้โพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้นคงที่คือ 0.1 มก./ล. และอัตราน้ำไหลขึ้นที่ 40 ซม./นาที รวมไปถึงความขุ่นของน้ำดิบสังเคราะห์ (จากดินคาโอลิไนท์) ที่ 50 NTU. ทำการทดลองในแต่ละครั้งจนถึงสภาวะคงที่ใช้เวลา 6 ชม. เก็บตัวอย่างทุกๆ ชม. ที่ระดับ Ho เพื่อหาความขุ่นที่ออกจากระบบ และเก็บที่จุดเก็บตลอดความยาวชั้นเม็ดตะกอนรวม 4 จุดเพื่อหาขนาดเม็ดตะกอนและอัตราเร็วในการจมตัวของเม็ดตะกอนที่ระดับนั้นๆ รวมถึงวิเคราะห์หาเอส เอส ที่ออกมากับน้ำออกจากระบบและ เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ระดับบนสุดของชั้นเม็ดตะกอนเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงที่

จากการทดลองนำไปสู่ผลที่สรุปได้ดังนี้

1. โพลีอลูมินัมคลอไรด์ (PAC1) ไม่มีผลมากนักต่อประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่น, ขนาดเม็ดตะกอน และอัตราเร็วในการตกของเม็ดตะกอน สำหรับเงื่อนไขต่างๆที่ใช้ในการทดลองนี้

2. ผลจากช่วงห่างใบพัดที่ถี่กว่าจะให้ผลการบำบัดที่ดีกว่า

3. ความสูงชั้นเม็ดตะกอนที่สูงกว่า จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่ดีกว่าความสูงชั้นเม็ดตะกอนน้อยๆ กล่าวคือที่ความสูง 130 ซม. จะให้ประสิทธิภาพการบำบัดดีที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C216317 : MAJOR SANITARY ENGINEERING

KEY WORD : PELLET-FLOCS/ TURBIDITY/ PELLET-FLOC BLANKET HEIGHT/ CLARIFIER

PARINYA NA NAKORN : EFFECTS OF PELLET-FLOC BLANKET HEIGHT ON THE TURBIDITY ON THE TURBIDITY REMOVAL. THESIS DAVISOR : PROF.THONGCHAI PANSWAN,Ph.D, 117 PP. ISBN 974-581-554-3

The study was conducted to investigate the influence of the pellet-floc blanket height on the turbidity removal efficiency of the reactor using PAC1 as a coagulant.Experiments were carried out with various PAC1 doses (1,2,3,4 mg/1) and paddle spacing (5,10,15,20 cm) at each height of the pellet-floc blanket (70,90,110,130 cm). The anionic polymer concentration of 0.1 mg/1,the upflow rate of 40 cm/min, and the synthetic raw water turbidity of 50 NTU were kept constant throughout the study. Samples were taken hourly at 4 sampling outlets at different heights. The samples were then analyzed for turbidity, suspended solids. pellet diameter. settling velocity, and percent solids content. The experimental results led to the following conclusions.

1. PAC1 dose has no significant effect on the turbidity removal efficiency, the pellet size, and the settling velocity.

2. Paddles with smaller spacing were more effective than those with larger spacing.

3. The higher the blanket height was, the better the removal efficiency could be achieved. The blanket height of 130 cm. yielded the best results.

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถทำการวิจัยนี้ได้อย่างถูกต้องและลุล่วงไปได้ด้วยดี พร้อมให้แง่คิดในเชิงวิชาการที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกๆท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ แก่ผู้วิจัยทั้งในเรื่องวิชาการและความสะดวกในเรื่องเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เจ้าหน้าที่ของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทยทุกๆท่านและ เพื่อนๆทุกๆคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณบริษัท ไลอ้อน และบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้ อันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นรูปเล่มออกมาได้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

คุณความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายที่มีในวิทยานิพนธ์เล่มนี้หากมีไม่มากก็น้อย ผู้วิจัยขอมอบให้แด่บิดา มารดา ซึ่งให้กำลังใจตลอดมาและเป็นผู้ที่มีพระคุณสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูป..... ฏ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 คำนำ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 พฤติกรรมของคอลลอยด์..... 1

1.4 คุณสมบัติของคอลลอยด์..... 3

1.4.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้า..... 3

1.4.2 Electric Double Layer Theory..... 3

1.4.3 เสถียรภาพของคอลลอยด์..... 5

1.5 การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์..... 5

1.5.1 การทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์..... 8

1.5.2 การทำให้เกิดการสัมผัส..... 8

1.5.3 ตัวแปรที่สำคัญในกระบวนการโคแอกกูเลชัน..... 9

1.5.4 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการโคแอกกูเลชัน..... 10

2. ทฤษฎี และ สมมุติฐาน..... 12

2.1 สมมุติฐานในการสร้างเม็ดตะกอน..... 12

2.1.1 วิธีการกลิ้ง..... 13

สารบัญ (ต่อ)

2.1.2 เทคนิคการชน.....14
2.2 หลักในการสร้างเม็ดตะกอนและกำจัดความชุ่น.....16
2.2.1 หลักในการสร้างเม็ดตะกอน.....16
2.2.2 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดตะกอนภายในอุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอน...16

3. การศึกษาวิจัย 19
3.1 ขอบเขตการศึกษา.....19
3.2 แผนงานและการดำเนินการทดลอง.....25
3.2.1 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง.....25
3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....25
3.2.3 วิธีการทดลอง.....27
3.3 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์.....35
3.3.1 การเก็บตัวอย่าง.....35
3.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....35

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....36
4.1 การศึกษาเบื้องต้น.....36
4.2 การทดลอง.....39
4.3 ผลการทดลอง.....39
4.3.1 ผลของตัวแปรที่ศึกษาต่อความชุ่น.....39
4.3.2 ผลของตัวแปรต่างๆต่ออัตราเร็วในการตกตะกอน.....49
4.3.3 ผลของตัวแปรต่างๆต่อขนาดเม็ดตะกอน.....49
4.3.4 ผลของตัวแปรต่างๆต่อเอสเอส ที่ออกจากระบบ.....51
4.3.5 ผลของตัวแปรต่างๆต่อเปอร์เซ็นต์ของแข็ง.....51

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....53
5.1 ผลของตัวแปรที่ศึกษาต่อการกำจัดความชุ่น.....53

สารบัญ(ต่อ)

5.1.1 ผลจากปริมาณ PACl 53
5.1.2 ผลของช่วงห่างใบพัด.....53
5.1.3 ผลของความสูงชั้นเม็ดตะกอน.....54
5.2 ผลของตัวแปรต่างๆต่ออัตราเร็วและขนาดของเม็ดตะกอน.....54
5.3 ผลของตัวแปรต่างๆต่อเปอร์เซ็นต์ของแข็งก่อนและหลังตกตะกอน.....55
5.4 ผลของตัวแปรต่างๆต่อเอสเอส.....55
5.5 ประโยชน์ที่ได้จากการทดลอง.....55

6. ข้อแสนอแนะ.....57

เอกสารอ้างอิง.....58
ภาคผนวก ก. 60
ภาคผนวก ข. 69
ภาคผนวก ค. 78
ภาคผนวก ง. 87
ภาคผนวก จ. 96
ภาคผนวก ฉ. 105
ภาคผนวก ช. 110
ภาคผนวก ซ. 115
ประวัติผู้เขียน.....117

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 การจำแนกประเภทของระบบคอลลอยด์แบบต่างๆ.....2
3.1 แสดงขอบเขตที่ศึกษา.....19
3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์สมานตะกอนที่ใช้ในการทดลอง.....21
3.3 รายละเอียดโพลีเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....29
3.4 (ก,ข,คและง.) แสดงรายละเอียดจำนวนการทดลองทั้งหมด.....31
4.1 แสดงค่าความขุ่นที่ระดับเก็บตัวอย่างต่างๆสำหรับการศึกษาเบื้องต้น.....38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ที่มาของประจุไฟฟ้าของอนุภาคคอลลอยด์....4
1.2 แสดงการแตกตัวของโปรตีน....4
1.3 แสดงแบบจำลองตามทฤษฎี Double layer theory....6
1.4 แรงระหว่างอนุภาคคอลลอยด์ที่ระบบต่างๆ....7

2.1 เปรียบเทียบการจับตัวเป็นของแข็งในสภาวะปรกติและสถาวะเมตะ....13
2.2 การกระจายของแรงที่กระทำต่อฟล็อก ณ.จุดสัมผัสต่างเมื่อฟล็อกหยุดนิ่ง....14
2.3 การกระจายของแรงที่กระทำต่อฟล็อก ณ.จุดสัมผัสต่างเมื่อฟล็อกเคลื่อนที่....14
2.4 แสดงการชนเมื่อเริ่มต้น....15
2.5 แสดงการชนกันในภายหลัง....15
2.6 แสดงการจับตัวกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง....17
2.7 ลักษณะการเกิดเม็ดตะกอนในสภาวะคงที่....18

3.1 รูปแบบการจัดใบพัดต่างๆที่ใช้ในการทดลอง....20
3.2 ขนาดและรูปร่างของใบพัดที่ใช้ในการทดลอง....22
3.3 อุปกรณ์สร้างเม็ดตะกอนแบบไหลขึ้น....23
3.4 ขั้นตอนการทำงานอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง....24
3.5 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง....26
3.6 แสดงขั้นตอนในการทดลอง....28

4.1 รูปแบบของอุปกรณ์สมานตะกอนในขั้นตอนการศึกษาเบื้องต้น....37
4.2 ผลของความขุ่นที่ออกจากระบบในการศึกษาเบื้องต้น....38
4.3 (ก,ข,ค และ ง.) แสดงรายละเอียดในการทำการทดลอง....40
4.4 (ก,ข,ค และ ง.) แสดงค่าความขุ่นออกจากระบบเมื่อใช้ PAC1 ค่าต่างๆ....44
4.5 (ก,ข,ค และ ง.) แสดงค่าความขุ่นที่ออกจากระบบที่ระดับชั้นเม็ดตะกอนต่างๆ....47
4.6 ผลของตัวแปรต่างๆต่อเอสเอส ที่ออกจากระบบ....50