

การประยุกต์ใช้ระบบการกรองโดยตรง



นาย ปรีชา แสงพิสิฐ*

ศูนย์วิทยทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสหกิจบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-569-403-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016154

I10301264

APPLICATION OF DIRECT FILTRATION

Mr.Preecha Saengpisit

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

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-569-403-7

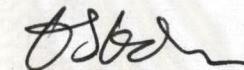


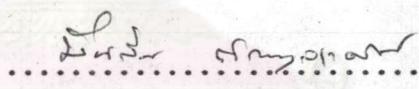
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้ระบบการกรอง โดยตรง
โดย นาย ปรีชา แสงพิลักษณ์
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นลิน ตันทูลเวศร์

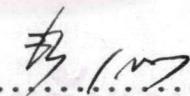
บังคับด้วย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อัญมัติให้บังคับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

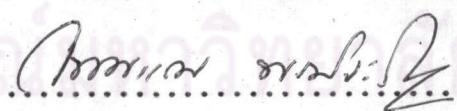

..... คณบดีบังคับด้วย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรนัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรมผลวัสดุ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.มั่นลิน ตันทูลเวศร์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกเรอต)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพบูลย์ พรประภา)



ปรีชา แสงพิสิทธิ์ : การประยุกต์ใช้ระบบการกรองโดยตรง (APPLICATION OF DIRECT FILTRATION) อ.พี่ปรีชา : รศ.ดร.มั่นลิน ตันทูลເວສມ, 138 หน้า

ระบบการกรองโดยตรงเป็นระบบที่ใช้ในการทำความสะอาดน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดอนุภาคความขุ่นที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 กระบวนการคือ กระบวนการโโคแอกูเลชันและกระบวนการกรอง โดยไม่ต้องมีกระบวนการตอกตะกอนทำให้ระบบมีข้อดีในด้านความประหยัด มีต้นทุนในการผลิตต่ำ แต่ระบบนี้มีข้อจำกัดในด้านคุณภาพน้ำดิบที่จะต้องมีระดับความขุ่นต่ำ จากการวิจัยซึ่งทำการศึกษา ระบบการกรองโดยตรงแบบกรองสัมผัสที่ใช้สารสัมเป็นสารโโคแอกูแลนต์ พบว่าระบบนี้สามารถใช้กับน้ำดิบที่มีระดับความขุ่น 10 NTU ได้อย่างมีประสิทธิภาพเทือกตราการกรอง 10 ลบ. ม/ตร. ม-ชม และใช้ปริมาณสารสัม 5-7.5 มก/ล โดยทำการล้างย้อนเพียงวันละ 1 ครั้ง แต่สำหรับน้ำดิบที่มีระดับความขุ่นสูง และมีความต้องการปริมาณสารสัมสูงจะส่งผลให้มีโอกาสเกิดเบรกชูตได้ง่ายและรวดเร็ว ทำให้ต้องทำการล้างย้อนบ่อยครั้ง ขึ้น

จากการทดลองสามารถสรุปผลและแนวโน้มได้ดังนี้คือ ระดับความขุ่นของน้ำที่ผ่านการกรองมีความสัมพันธ์เปรียบตามระดับความขุ่นของน้ำดิบ และอัตราการกรอง แต่ผลกระทบกับปริมาณสารสัม ส่วนอัตราการสูญเสียเช่นมีความสัมพันธ์เปรียบตามระดับความขุ่นของน้ำดิบ อัตราการกรองและปริมาณสารสัมที่ใช้

นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดความขุ่นมีความสัมพันธ์แบบผูกพันกับระดับความขุ่นของน้ำดิบ

คุณวิทยาศาสตร์
วุฒิกรรณ์ มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2531

datum ๒๐๑๗/๐๘/๒๕๓๑
ลงนามอีกครั้ง ๒๕๓๑/๐๘/๒๐๑๗
ลงนามอีกครั้ง ๒๕๓๑/๐๘/๒๐๑๗



PREECHA SAENGPISIT : APPLICATION OF DIRECT FILTRATION.
THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. MUN SIN TUNTOOLAVEST, Ph.D. 138 pp.

Direct filtration is a water purification process used to remove colloidal particulates from the water. This process is a combination between coagulation and filtration. By utilizing the direct filtration in a water treatment system, sedimentation is not needed any more. This results in the reduction of water production cost. However, the disadvantage of this system is the limited level of turbidity in the raw water allowed to enter the filtration system. According to experimental results obtained during the direct filtration of synthetic water utilizing alum as a coagulant, the best performance of the pilot plant was obtained under the following condition : filtration rate $10 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-hr}$, raw water turbidity 10 NTU, alum dosage 5-7.5 mg/l. Daily backwash of the pilot filter was required. When applying to the high-turbidity raw water, more alum was required and consequently, the turbidity breakthrough occurred very quickly. The filtration cycle was short and frequent backwash of filter was necessary.

Experimental results tended to indicate that filtrate turbidity varied directly with raw water turbidity and filtration rate but inversely with alum dose. While the loss of head seemed to vary with raw water turbidity, filtration rate and alum dose.

In addition, efficiency of turbidity removal had inversely relationship to raw water turbidity.

ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อผู้ติดต่อ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิตติกรรมประการ

ผู้วิจัยขอรับขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. มั่นสิน ตันทูล เวศม์ อาจารย์ที่
ปริญญาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน และให้ความรู้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ บังกอกวิทยาลัย และภาควิชาชีวกรรมสหानิบาล ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนใน
การวิจัยนี้

ขอขอบคุณ ผู้น้อง ตลอดจนกัลยาณมิตรทุกๆท่าน ที่ได้ให้กำลังใจ เอื้อเนื้อ และ
อนุเคราะห์ระหว่างทำการวิจัย

คุณประ โยชน์กั้งเหล่ายของวิทยานิพนธ์ ขอบคุณแด่นพาร์ ชิงเต้ม เปี่ยมด้วยเมตตาหา
ที่สุดได้

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอรับบุชา ชิงธรรมะแห่งองค์สมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้า

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารนี้

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	๔
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๕
กิตติกรรมประกาศ	๖
สารนี้	๗
สารบัญตาราง	๘
สารบัญรูป	๙
บทที่	
1 บทนำ	1
2 วัตถุประสงค์ และขอบเขตของการวิจัย	3
2.1 วัตถุประสงค์	3
2.2 ขอบเขตของการวิจัย	3
3 ทบทวนเอกสาร	4
3.1 ทฤษฎีการกรอง โดยตรง	4
3.2 กระบวนการกรอง โดยตรง	6
3.2.1 กระบวนการโดยแยกกุเลชัน	6
3.2.1.1 การกวนเร็ว	6
3.2.1.2 การกวนช้า	7
3.2.2 กระบวนการกรอง	8
3.3 เคมีของสารสืมในน้ำ	8
3.4 กลไกโดยแยกกุเลชัน	13
3.4.1 กลไกแบบดูดติดผิวและทำลายประจุ	13
3.4.2 กลไกแบบการดูด	14
3.4.3 กลไกแบบผสม	14

บทที่		หน้า
3.5	พารามิเตอร์ที่มืออิชิพลต่อกระบวนการโดยแยกเลชัน ,.....	15
3.5.1	ความเร็วเกรดเดียนต์	15
3.5.2	เวลาภักน้ำ	17
3.5.3	นีโอซ และปริมาณสารสัม	17
3.5.4	ระดับความชันของน้ำดิน	20
3.5.4.1	ระดับความชันต่ำ	20
3.5.4.2	ระดับความชันสูง	20
3.5.4.3	ระดับความชันสูงมาก	20
3.6	การควบคุมกระบวนการโดยแยกเลชัน	22
3.6.1	การทดลองจากร์เกสต์	22
3.6.2	การหาความสามารถในการกรอง	23
3.7	ตัวชี้นีกการกรอง	23
3.8	กลไกของการกรองน้ำ	25
3.8.1	กลไกเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยเข้าหาสารกรอง	25
3.8.2	กลไกจับสารแขวนลอย	27
3.9	ปัจจัยที่มืออิชิพลต่อระบบการกรองโดยตรง	29
3.9.1	คุณภาพน้ำดิน	29
3.9.2	การเตรียมน้ำก่อนกรอง	29
3.9.3	สารกรอง	30
3.9.4	อัตราการกรอง	31
3.9.5	การล้างข้อน	31

บทที่	หน้า
4 การดำเนินการวิจัย	33
4.1 แผนการวิจัย	33
4.1.1 พารามิเตอร์ในการทดลอง	33
4.1.2 ลำดับการทดลอง	34
4.2 วัสดุ และอุปกรณ์ในการวิจัย	35
4.2.1 อุปกรณ์ Jarvis Test	35
4.2.2 อุปกรณ์หาค่าตัวชี้นำการกรองขนาดมาตรฐานส่วนเล็ก	35
4.2.3 อุปกรณ์การกรองโดยตรงแบบการกรองสัมผัสขนาดจำลอง	37
4.3 การเตรียมน้ำชุ่นสังเคราะห์ และสารเคมี	39
4.3.1 น้ำชุ่นสังเคราะห์	39
4.3.2 สารเคมี	41
4.3.2.1 สารส้ม	41
4.3.2.2 สารละลายน้ำกรดเกลือ	41
4.3.2.3 สารละลายต่าง	42
4.4 การดำเนินการทดลอง	42
4.4.1 การหาปริมาณสารส้มโดยใช้อุปกรณ์การกรองขนาดมาตรฐานส่วนเล็ก ..	42
4.4.2 การหาปริมาณสารส้มโดยใช้อุปกรณ์การกรองขนาดจำลอง	44
4.4.3 การทดลองศึกษาถึงผลของอัตราการกรอง	45
4.5 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำ และการสูญเสียเชื้อ	46

รุพ ศาสตร์ ภูมิ ไทย ศาสตร์

บทที่	หน้า
5 ผลการทดลองและวิจารณ์	47
5.1 การทดลองหาปริมาณสารสัม โดยใช้อุปกรณ์การกรองขนาดมาตรฐานแล็ก	47
5.2 การทดลองหาปริมาณสารสัม โดยใช้อุปกรณ์การกรองขนาดจำลอง	51
5.2.1 ผลต่อคุณภาพน้ำที่ผ่านการกรอง และอัตราการกรอง	51
5.2.1.1 ระดับความชุ่น 10 NTU	51
5.2.1.2 ระดับความชุ่น 50 NTU	51
5.2.1.3 ระดับความชุ่น 100 NTU	51
5.2.2 ผลต่ออัตราการสูญเสียเยด	55
5.2.3 การอุดตันภายในชั้นสารกรอง	61
5.2.4 การใช้ค่าตัวชี้ของการกรองเปรียบเทียบ	71
5.2.5 การเปรียบเทียบปริมาณสารสัม เมื่อใช้อุปกรณ์การกรองขนาด มาตรฐานแล็กและขนาดจำลอง	72
5.3 การทดลองเพื่อศึกษาถึงผลของอัตราการกรอง	74
5.3.1 ผลต่อคุณภาพน้ำที่ผ่านการกรอง และอัตราการกรอง	74
5.3.2 ผลต่ออัตราการสูญเสียเยด	79
5.3.3 ประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่น	83
5.4 การล้างข้อม	84
5.5 สุาเหตุของความคลาดเคลื่อนในการทดลอง	85
6 สรุปผลการทดลอง	86
7 ความสำคัญทางวิศวกรรม	88
8 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยเพิ่มเติม	89
เอกสารอ้างอิง	90
ภาคผนวก	94
ประวัติผู้เขียน	138



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าแปรเบลี่ยนของปริมาณสารส้ม สำหรับแต่ละระดับความชุ่ม	44
4.2 ค่าแปรเบลี่ยนของอัตราการกรอง สำหรับแต่ละระดับความชุ่ม	46
5.1 ผลการคำนวณค่าตัวชนีการกรอง	71
5.2 เปรียบเทียบปริมาณสารส้มที่ให้ค่าตัวชนีการกรองต่ำที่สุด	72
5.3 ปริมาณน้ำที่ผลิตได้เมื่อสิ้นสุดอายุการกรอง	74
5.4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำล้างข้อน	75
5.5 ประสิทธิภาพการกำจัดความชุ่ม	83

ศูนย์วิทยาทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ระบบผลิตน้ำประปาแบบท่อไปและแบบกรองโดยตรง	5
3.2 ลักษณะของการเกิดขึ้นของ ไอโอนท์พิวอโนนาคคลอลลอยด์	10
3.3 พลังงานระหว่างอนุภาคคลอลลอยด์	12
3.4 กลไกการทำลายเสถียรภาพแบบดูดติดผิวและทำลายประจุ	13
3.5 กลไกการทำลายเสถียรภาพแบบกวาด	14
3.6 ผลของความเร็วเกรดเดียนต์ต่อกลไกแบบดูดติดผิวและทำลายประจุ	16
3.7 ผลของความเร็วเกรดเดียนต์ต่อกลไกแบบกวาด	16
3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบเชิงชั้นของสารส้มและฟีอีช	18
3.9 แพห์มิกท์ใช้ในการควบคุมกลไกแยกกุเลชั้นของสารส้ม	19
3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นต่อกดค้างและสารเคมี	21
3.11 กลไกการเคลื่อนย้ายสารแหวนโดยเข้าหาสารกรอง	26
3.12 ประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสารแหวนโดยขึ้นอยู่กับขนาด	26
3.13 กลไกการจับสารแหวนโดย	28
4.1 ลำดับการทดลอง	34
4.2 อุปกรณ์หาค่าดัชนีการกรองขนาดมาตรฐานล้วนเล็ก	36
4.3 อุปกรณ์การกรองโดยตรงแบบกรองสัมผัสขนาดจำลอง	38
4.4 อิทธิพลของอนุภาคดินและปริมาณสารส้ม	39
5.1 ค่าดัชนีการกรองที่แต่ละปริมาณสารส้มสำหรับระดับความชื้น 10 NTU	48
5.2 ค่าดัชนีการกรองที่แต่ละปริมาณสารส้มสำหรับระดับความชื้น 50 NTU	49
5.3 ค่าดัชนีการกรองที่แต่ละปริมาณสารส้มสำหรับระดับความชื้น 100 NTU	50
5.4 ระดับความชื้นของน้ำที่ผ่านการกรองที่แต่ละปริมาณสารส้ม สำหรับระดับความชื้น 10 NTU	52
5.5 ระดับความชื้นของน้ำที่ผ่านการกรองที่แต่ละปริมาณสารส้ม สำหรับระดับความชื้น 50 NTU	53
5.6 ระดับความชื้นของน้ำที่ผ่านการกรองที่แต่ละปริมาณสารส้ม สำหรับระดับความชื้น 100 NTU	54

รูปที่	หน้า
5.7 การสูญเสียเช็ดทั้งหมดที่แต่ละปริมาณสารส้มสำหรับระดับความชื้น 10 NTU	57
5.8 การสูญเสียเช็ดทั้งหมดที่แต่ละปริมาณสารส้มสำหรับระดับความชื้น 50 NTU	58
5.9 การสูญเสียเช็ดทั้งหมดที่แต่ละปริมาณสารส้มสำหรับระดับความชื้น 100 NTU	59
5.10 ลักษณะเส้นกรานเฟอร์คชู	60
5.11 การสูญเสียเช็ดในแต่ละชั้นกรองที่แต่ละปริมาณสารส้มสำหรับระดับความชื้น 10 NTU	62
5.12 ระดับความชื้นของน้ำที่ผ่านการกรองที่แต่ละอัตราการกรองสำหรับระดับความชื้น 10 NTU	76
5.13 ระดับความชื้นของน้ำที่ผ่านการกรองที่แต่ละอัตราการกรองสำหรับระดับความชื้น 50 NTU	77
5.14 ระดับความชื้นของน้ำที่ผ่านการกรองที่แต่ละอัตราการกรองสำหรับระดับความชื้น 100 NTU	78
5.15 การสูญเสียเช็ดทั้งหมดที่แต่ละอัตราการกรองสำหรับระดับความชื้น 10 NTU	80
5.16 การสูญเสียเช็ดทั้งหมดที่แต่ละอัตราการกรองสำหรับระดับความชื้น 50 NTU	81
5.17 การสูญเสียเช็ดทั้งหมดที่แต่ละอัตราการกรองสำหรับระดับความชื้น 100 NTU ...	82

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย