



249237

การใช้ประโยชน์จากแบบอนุกรมของไฮโดรไฮโดรที่สกัดจากแบบอนุกรม
เป็นหน่วยบำบัดขึ้นกับในการผลิตน้ำประปา

นายเสาวฤทธิ์ธรรม์ ตรีวิจิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทางเคมีของปฏิกิริยาไฮโดรไฮโดรแบบอนุกรม
ทางชีววิทยาของแบบอนุกรม และทางชีววิทยาของแบบอนุกรม
ของไฮโดรไฮโดรแบบอนุกรม และทางชีววิทยาของแบบอนุกรม
ปีการศึกษา 2553
วิทยานิพนธ์ของนายเสาวฤทธิ์ธรรม์ ตรีวิจิตร



การใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพอดแบบอนุกรม
เป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา



นางสาวธัญยธรณ์ สวัสดิวงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



APPLICATION OF HYDROCYCLONE IN SERIES AND HYDROCYCLONE EQUIPPED
WITH GRIT POT IN SERIES AS A PRE-TREATMENT UNIT IN DRINKING WATER
TREATMENT PROCESS

Miss Thanyathorn Sawatdiwong

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

Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้ง
กริทพอดแบบอนุกรมเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิต
น้ำประปา

โดย

นางสาวธัญธรณ์ สวัสดิวงษ์

สาขาวิชา

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร.ชัยพร ภูประเสริฐ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คนบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ชัยพร ภูประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนัสกร ราชกรกิจ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.ศรายุทธ ราชู)

ธัญธรณ์ สวัสดิวงษ์ : การใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริทพอตแบบอนุกรมเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา. (APPLICATION OF HYDROCYCLONE IN SERIES AND HYDROCYCLONE EQUIPPED WITH GRIT POT IN SERIES AS A PRE-TREATMENT UNIT IN DRINKING WATER TREATMENT PROCESS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร.ชัยพร ภูประเสริฐ, 172 หน้า.

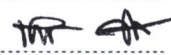
249237

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมและไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอตเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา ที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล จังหวัดปทุมธานี โดยศึกษาถึงประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอย และผลของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ได้แก่ ความดันจ่ายเข้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไฮโดรไซโคลน และเวลาที่ใช้ในกริทพอต ของไฮโดรไซโคลนทั้ง 2 แบบ และเปรียบเทียบกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียวจากผลงานที่ผ่านมา

ผลการวิจัยพบว่า ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ติดตั้งกริทพอตมีค่าอัตราส่วนการแบ่งอัตราการไหล (Flow split, R_p) สูงมาก ส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัดต่ำ จึงไม่เหมาะจะนำไปใช้งานจริง ส่วนไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอตมีประสิทธิภาพไม่สูงนัก โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 30.89 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียว แต่สามารถแยกของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดใหญ่ออกที่ทางออกด้านล่างได้เกือบทั้งหมด และยังให้ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยที่แยกได้สูงโดยเฉลี่ย 2,158 มก./ล. นอกจากนี้ยังพบว่า ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มม. ที่ติดตั้งกริทพอต มีประสิทธิภาพการแยกของแข็งแขวนลอยสูงที่สุด ใกล้เคียงกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียว และการใช้ไฮโดรไซโคลนขนาด 50 มม. ยังช่วยป้องกันการอุดตันที่ไฮโดรไซโคลนขนาด 10 มม. ได้เป็นอย่างดี และเมื่อคำนวณค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ลดลง โดยคำนวณจากข้อมูลการผลิตน้ำประปาจริง พบว่า สามารถลดปริมาณสลัดจ์ได้สูงสุด 5.85 ตัน/วัน และลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดสลัดจ์สารส้มได้สูงสุดถึง 55,614 บาท/วัน

ดังนั้น ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอต จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา เนื่องจากมีขนาดเล็ก ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง และยังสามารถช่วยลดสลัดจ์จากสารส้มที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสลัดจ์ที่บำบัดได้ยากอีกด้วย

ภาควิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.....
ปีการศึกษา.....2553.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ธัญธรณ์ สวัสดิวงษ์.....
ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5070567421 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEYWORDS : HYDROCYCLONE / HYDROCYCLONE IN SERIES / GRIT POT / WATER TREATMENT

THANYATHORN SAWATDIWONG : APPLICATION OF HYDROCYCLONE IN SERIES AND HYDROCYCLONE EQUIPPED WITH GRIT POT IN SERIES AS A PRE-TREATMENT UNIT IN DRINKING WATER TREATMENT PROCESS.
THESIS ADVISOR : CHAIYAPORN PUPRASERT, Ph.D., 172 pp.

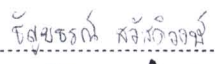
249237

Using hydrocyclone in series and hydrocyclone equipped with grit pot in series as a pre-treatment unit in drinking water treatment process at Samlae pumping station Prathumthani, were studied in term of suspended solid separation efficiency and effect of operating parameters such as inlet pressure, diameter of hydrocyclone and grit pot operating time. The results were compared with single hydrocyclone from other research.

The result showed that hydrocyclone in series had a very high flow split (R_f). So it is not possible for applying in the real operation. While the hydrocyclone equipped with grit pot in series showed, in term of solid separation efficiency, slightly low efficiency as 30.89%, which is nearly the same value as a single hydrocyclone. Moreover, the results showed that it can separate most large size of solid. This hydrocyclone also showed a high solid concentration, average 2,158 mg/L. Moreover, this research found that the highest efficiency of hydrocyclone equipped with grit pot in series was hydrocyclone diameter 50 and 10 mm. And, using hydrocyclone diameter 50 mm can prevent in hydrocyclone 10 mm from clogging problem. In term of expense, calculated from the data at Samsaen water treatment plant, this unit can reduce total quantity of sludge and alum usage. The amount of sludge decreased was 5.85 ton/day which can reduce the expense of sludge treatment 55,614 baht/day.

So, hydrocyclone equipped with grit pot in series is a good choice for using as a pre-treatment unit in drinking water treatment process due to its compactness. In addition, it can also decrease the amount of coagulant usage and chemical sludge which is very hard to dispose.

Department : Environmental Engineering

Student's Signature : 

Field of Study : Environmental Engineering

Advisor's Signature : 

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชัยพร ภู่งประเสริฐ ที่กรุณาให้โอกาสในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งยังให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการทำงานวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไข และสนับสนุนในด้านต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนัสกร ราชากรกิจ และ ดร.ศรายุทธ ราชู กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาเพื่อเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำอันเป็นแนวทางที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่ได้ให้ความรู้และให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มอบทุนอุดหนุนบางส่วนในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของสถานีสูบน้ำดิบสำแล จังหวัดปทุมธานี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และเครื่องมือสำหรับการทำวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของการประปานครหลวงที่ให้ข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการวิรัตน์ คันธรัตน์ รองผู้อำนวยการเสน่ห์ วิริยะเจริญธรรม และอาจารย์สุนทร วรเดชสิกุล วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานีที่ช่วยเหลือในการติดตั้งและซ่อมแซมอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโทในภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกคน โดยเฉพาะ นรารัตน์พร นวลสุวรรณ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีทั้งในขณะศึกษาและดำเนินงานวิจัย ตลอดจนการวิจัยนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคนในครอบครัว ที่ให้ ความรัก การสนับสนุน ทั้งด้านกำลังใจ คำปรึกษา และกำลังใจ ที่มีให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด โดยเฉพาะบิดาและมารดาที่คอยช่วยเหลือ แก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยสามารถฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ ได้ตลอดมาจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ที่สุด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ท
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ถ
 บทที่ 1 บทนำ.....	 1
1.1 บทนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
 บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	 5
2.1 ทฤษฎีการแยกของแข็งออกจากของเหลว.....	5
2.2 ไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclone).....	5
2.2.1 ความรู้เบื้องต้นของไฮโดรไซโคลน.....	5
2.2.2 การไหลของของไหลและการเคลื่อนที่ของอนุภาคในไฮโดรไซโคลน....	9
2.2.3 ความเร็วของของไหลในไฮโดรไซโคลน.....	10
2.2.3.1 ความเร็วตามแนวสัมผัสเส้นรอบวง.....	11
2.2.3.2 ความเร็วตามแนวแกน.....	14
2.2.3.3 ความเร็วตามแนวรัศมี.....	15
2.2.4 กฎของสโตค (Stokes's law).....	16
2.2.5 พารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของ ไฮโดรไซโคลน.....	 18
2.2.6 สรุปผลของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อไฮโดรไซโคลน.....	27

	หน้า
2.3 ไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริทพอด (Grit pot).....	28
2.4 ไฮโดรไซโคลนที่มีการจัดเรียงแบบอนุกรม.....	29
2.5 ประสิทธิภาพในการแยกอนุภาคของไฮโดรไซโคลน.....	31
2.5.1 ประสิทธิภาพรวม (Total efficiency).....	31
2.5.2 ประสิทธิภาพลด (Reduced total efficiency).....	32
2.5.3 การคำนวณประสิทธิภาพในการแยกอนุภาคของไฮโดรไซโคลน.....	33
2.5.3.1 ประสิทธิภาพของไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ติดตั้งกริทพอด.....	33
2.5.3.2 ประสิทธิภาพของไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด.....	35
2.5.4 ประสิทธิภาพระดับชั้น (Grade efficiency).....	36
2.5.5 ประสิทธิภาพระดับชั้นที่ลดลง (Reduced grade efficiency).....	37
2.5.6 ขนาดตัด (Cut size).....	38
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3 แผนการทดลองและการดำเนินการวิจัย.....	48
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	49
3.1.1 อุปกรณ์ที่ติดตั้งในโรงงานนำร่อง (Pilot plant) ที่ใช้ในงานวิจัย.....	49
3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆในงานวิจัย.....	52
3.1.3 หลักการทำงานของโรงงานนำร่อง (Pilot plant).....	52
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง.....	54
3.3 แผนการทดลอง.....	57
3.3.1 การทดลองด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ติดตั้งกริทพอดที่ขนาดต่างๆ.....	57
3.3.2 การทดลองด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอดที่ขนาดต่างๆ.....	58
3.4 วิธีทำการทดลอง.....	62
3.4.1 การทดลองด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ติดตั้งกริทพอดที่ขนาดต่างๆ.....	62

3.4.2 การทดลองด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม ที่ติดตั้งกริพอดขนาดต่างๆ.....	63
3.5 การแสดงผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์.....	64
3.6 สรุปตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง.....	64
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล.....	66
4.1 ผลการทดลองด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ติดตั้ง กริพอด.....	67
4.1.1 ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยที่แยกได้.....	67
4.1.2 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอย.....	75
4.2 ผลการทดลองด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพอด....	75
4.2.1 ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่แยกได้.....	75
4.2.2 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอย.....	82
4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยระหว่าง ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพอดกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียวที่ ติดตั้งกริพอด.....	87
4.3.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยระหว่าง ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพอดกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	87
4.3.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยระหว่าง ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพอดกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	88
4.4 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม ที่ติดตั้งกริพอด.....	89
4.4.1 การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	90
4.4.2 การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	91

4.4.3	การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	91
4.4.4	เปรียบเทียบมวลของแข็งแขวนลอยที่ถูกแยกออกทางด้านล่าง ระหว่างการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด.....	93
4.5	พารามิเตอร์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด.....	94
4.5.1	ความดันจ่ายเข้า.....	94
4.5.2	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไฮโดรไซโคลน.....	95
4.5.3	เวลาที่ใช้ในกริทพอด.....	96
4.6	ปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงเมื่อติดตั้งการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด.....	97
4.7	ขนาดอนุภาคที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด.....	105
4.7.1	การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	105
4.7.2	การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	107
4.7.3	การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	108
4.7.4	ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมกับขนาดอนุภาค.....	110
4.7.5	พารามิเตอร์ที่มีผลต่อขนาดอนุภาคของแข็งแขวนลอยที่แยกได้ของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด.....	110
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	112
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	112
5.1.1	ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม.....	112

5.1.2	เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการ จัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพพอดกับไฮโดรไซโคลน ตัวเดียวที่ติดตั้งกริพพอด.....	113
5.1.3	มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้ ปริมาณสลัดจ์และค่าใช้จ่ายที่ลดลง เมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพพอดเป็นหน่วยบำบัด ขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา.....	114
5.1.4	พารามิเตอร์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของ การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม.....	114
5.2	ข้อเสนอแนะในงานวิจัย.....	115
รายการอ้างอิง.....		116
ภาคผนวก.....		119
ภาคผนวก ก ผลการทดลอง.....		120
ภาคผนวก ข การคำนวณประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการ จัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม.....		137
ภาคผนวก ค การคำนวณมวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียง ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม.....		149
ภาคผนวก ง การคำนวณปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบ อนุกรมที่ติดตั้งกริพพอดเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา และการคำนวณค่าไฟฟ้าของการใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ ติดตั้งกริพพอดเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา.....		154
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....		172

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 รูปร่างและลักษณะสมบัติต่างๆของไฮโดรไซโคลนที่ใช้ในงานวิจัย.....	50
ตารางที่ 3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองด้วยการจัดเรียงแบบอนุกรมของไฮโดรไซโคลน และไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอด.....	55
ตารางที่ 3.3 วิธีวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่างๆ.....	64
ตารางที่ 3.4 สรุปตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง.....	64
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าความดันเมื่อผ่านไฮโดรไซโคลนของการจัดเรียง ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งและที่ติดตั้งกริพพอด ที่ความดัน 1 บาร์.....	72
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่แยกได้กับประสิทธิภาพใน การแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร.....	73
ตารางที่ 4.5 ความขุ่นของแข็งแขวนลอยที่แยกได้ของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบ อนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่เวลาต่างๆ.....	77
ตารางที่ 4.6 อัตราการไหลของไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ติดตั้งกริพพอด โดยใช้เวลาในกริพพอด 240 นาที.....	85
ตารางที่ 4.7 ความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ติดตั้งกริพพอด.....	85
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบมวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้ของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลน แบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพพอด ในทุกการจัดเรียงแบบอนุกรม ที่ความดัน 3 บาร์ ที่เวลา 240 นาที.....	93
ตารางที่ 4.9 ปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงและค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการนำการจัดเรียง ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพพอดมาติดตั้งเป็นหน่วยบำบัด ขั้นต้นก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา.....	102
ตารางที่ 4.10 ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (D_{50}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดอนุภาค (SD) ที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพพอด.....	105

	หน้า
ตารางที่ 4.11 % GE ที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	106
ตารางที่ 4.12 ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (D_{50}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดอนุภาค (SD) ที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	107
ตารางที่ 4.13 % GE ที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	107
ตารางที่ 4.14 ขนาดอนุภาคเฉลี่ย (D_{50}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดอนุภาค (SD) ที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	108
ตารางที่ 4.15 % GE ที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	109

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 เส้นทางการไหลทั้ง 3 ส่วนภายในไฮโดรไซโคลน.....	6
รูปที่ 2.2 ลักษณะการไหลแบบหมุนวนภายในไฮโดรไซโคลน.....	9
รูปที่ 2.3 เส้นทางการไหลของของไหลตามแนวแกนและตามแนวรัศมีภายใน ไฮโดรไซโคลน.....	10
รูปที่ 2.4 ความเร็วของของไหลในไฮโดรไซโคลน.....	11
รูปที่ 2.5 ลักษณะการกระจายความเร็วตามแนวสัมผัสเส้นรอบวงทั้ง 3 ประเภท.....	13
รูปที่ 2.6 การกระจายความเร็วตามแนวสัมผัสเส้นรอบวง (V_y) ภายในไฮโดรไซโคลน....	14
รูปที่ 2.7 การกระจายความเร็วตามแนวแกน (V_z) ภายในไฮโดรไซโคลน.....	15
รูปที่ 2.8 การกระจายความเร็วตามแนวสัมผัสรัศมี (V_x) ภายในไฮโดรไซโคลน.....	16
รูปที่ 2.9 ผลของความยาวของ Vortex finder ต่อ Grade efficiency และขนาดตัด.....	23
รูปที่ 2.10 เส้นทางการไหลของอนุภาคและน้ำในไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอด.....	29
รูปที่ 2.11 การเรียงลำดับไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม 3 ตัว ที่ช่องทางออกด้านบนแบบ ทั่วไป.....	30
รูปที่ 2.12 ประสิทธิภาพระดับชั้นของไฮโดรไซโคลน 1 ตัว 2 ตัว และ 3 ตัว ที่ต่ออนุกรมที่ช่องทางออกด้านบน.....	30
รูปที่ 2.13 ทิศทางการไหลเข้าออกของของไหลในไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ ติดตั้งกริพพอด.....	34
รูปที่ 2.14 ทิศทางการไหลเข้าออกของของไหลในไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอด.....	35
รูปที่ 2.15 เส้นโค้งประสิทธิภาพระดับชั้นและเส้นโค้งประสิทธิภาพระดับชั้นที่ลดลง.....	36
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการจัดเรียงแบบอนุกรมที่ช่องทางออกด้านบนของไฮโดรไซโคลน และไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอด (กรณี 75 50 และ 10 มิลลิเมตร).....	49
รูปที่ 3.2 ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร.....	50
รูปที่ 3.3 ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร.....	51
รูปที่ 3.4 ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร.....	52
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของโรงงานนำร่อง (Pilot plant).....	53
รูปที่ 3.6 Pilot plant ที่ใช้ทำการทดลองในสถานที่จริง และไฮโดรไซโคลนที่ต่อกันแบบ อนุกรม.....	54

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 เส้นทางการไหลทั้ง 3 ส่วนภายในไฮโดรไซโคลน.....	6
รูปที่ 2.2 ลักษณะการไหลแบบหมุนวนภายในไฮโดรไซโคลน.....	9
รูปที่ 2.3 เส้นทางการไหลของของไหลตามแนวแกนและตามแนวรัศมีภายในไฮโดรไซโคลน.....	10
รูปที่ 2.4 ความเร็วของของไหลในไฮโดรไซโคลน.....	11
รูปที่ 2.5 ลักษณะการกระจายความเร็วตามแนวสัมผัสเส้นรอบวงทั้ง 3 ประเภท.....	13
รูปที่ 2.6 การกระจายความเร็วตามแนวสัมผัสเส้นรอบวง (V_y) ภายในไฮโดรไซโคลน....	14
รูปที่ 2.7 การกระจายความเร็วตามแนวแกน (V_z) ภายในไฮโดรไซโคลน.....	15
รูปที่ 2.8 การกระจายความเร็วตามแนวสัมผัสรัศมี (V_x) ภายในไฮโดรไซโคลน.....	16
รูปที่ 2.9 ผลของความยาวของ Vortex finder ต่อ Grade efficiency และขนาดตัด.....	23
รูปที่ 2.10 เส้นทางการไหลของอนุภาคและน้ำในไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอด.....	29
รูปที่ 2.11 การเรียงลำดับไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม 3 ตัว ที่ช่องทางออกด้านบนแบบทั่วไป.....	30
รูปที่ 2.12 ประสิทธิภาพระดับชั้นของไฮโดรไซโคลน 1 ตัว 2 ตัว และ 3 ตัวที่ต่ออนุกรมที่ช่องทางออกด้านบน.....	30
รูปที่ 2.13 ทิศทางการไหลเข้าออกของของไหลในไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด.....	34
รูปที่ 2.14 ทิศทางการไหลเข้าออกของของไหลในไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอด.....	35
รูปที่ 2.15 เส้นโค้งประสิทธิภาพระดับชั้นและเส้นโค้งประสิทธิภาพระดับชั้นที่ลดลง.....	36
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการจัดเรียงแบบอนุกรมที่ช่องทางออกด้านบนของไฮโดรไซโคลนและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอด (กรณี 75 50 และ 10 มิลลิเมตร).....	49
รูปที่ 3.2 ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร.....	50
รูปที่ 3.3 ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร.....	51
รูปที่ 3.4 ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร.....	52
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของโรงงานนำร่อง (Pilot plant).....	53
รูปที่ 3.6 Pilot plant ที่ใช้ทำการทดลองในสถานที่จริง และไฮโดรไซโคลนที่ต่อกันแบบอนุกรม.....	54

รูปที่ 3.7	การติดตั้งกริพพอดที่ช่องทางออกด้านล่างของไฮโดรไซโคลน.....	57
รูปที่ 3.8	แผนผังการทดลองด้วยการจัดเรียงแบบอนุกรมของไฮโดรไซโคลนและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ.....	59
รูปที่ 3.9	แผนผังการทดลองด้วยจัดเรียงแบบอนุกรมของไฮโดรไซโคลนและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตรตามลำดับ.....	60
รูปที่ 3.10	แผนผังการทดลองด้วยจัดเรียงแบบอนุกรมของไฮโดรไซโคลนและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริพพอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตรตามลำดับ.....	61
รูปที่ 4.1	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกด้านบนของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด.....	68
รูปที่ 4.2	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านล่างของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด.....	68
รูปที่ 4.3	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านบนของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด.....	69
รูปที่ 4.4	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านล่างของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด.....	70
รูปที่ 4.5	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านบนของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด.....	71
รูปที่ 4.6	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านล่างของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด.....	71

รูปที่ 4.7	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านบนของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	76
รูปที่ 4.8	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่สะสมในกริทพอดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	76
รูปที่ 4.9	ลักษณะน้ำตัวอย่างจาก 5 ช่องทางการไหลของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ความดัน 3 บาร์ ใช้เวลาในกริทพอด 240 นาที.....	77
รูปที่ 4.10	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านบนของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	78
รูปที่ 4.11	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่สะสมในกริทพอดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	79
รูปที่ 4.12	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านบนของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	80
รูปที่ 4.13	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่สะสมในกริทพอดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	80
รูปที่ 4.14	ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยทุกเส้นทางการไหลของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด.....	81
รูปที่ 4.15	ประสิทธิภาพการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับที่ติดตั้งกริทพอด.....	82

รูปที่ 4.16 ประสิทธิภาพการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลน แบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ติดตั้งกริพอด.....	83
รูปที่ 4.17 ประสิทธิภาพการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลน แบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ติดตั้งกริพอด.....	84
รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยในทุกการจัดเรียง ที่ติดตั้งกริพอด.....	86
รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยระหว่างไฮโดรไซโคลน แบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพอดกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียวขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	88
รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยระหว่างไฮโดรไซโคลน แบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพอดกับไฮโดรไซโคลนตัวเดียวขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	89
รูปที่ 4.21 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	90
รูปที่ 4.22 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	91
รูปที่ 4.23 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้ที่ทางออกด้านบนจากการจัดเรียง ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	92
รูปที่ 4.24 ลักษณะของตัวอย่างน้ำทั้ง 3 ช่องการไหลที่ได้จากการทดลองด้วย ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด.....	92
รูปที่ 4.25 แผนผังแสดงระบบผลิตน้ำประปา (ก) ระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบัน และ (ข) จำลองระบบผลิตน้ำประปาเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมเป็นหน่วย บำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา.....	97
รูปที่ 4.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นของแข็งแขวนลอยและปริมาณสารส้ม ที่ใช้เติมลงไปในระบบผลิตน้ำประปา.....	99

	หน้า
รูปที่ 4.27 ปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงเมื่อติดตั้งการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริฟฟอต ทุกชุดการจัดเรียงแบบอนุกรม.....	101
รูปที่ 4.28 การใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริฟฟอต โดยการต่อแบบขนาน.....	104

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A_i	พื้นที่หน้าตัดของช่องทางเข้าไฮโดรไซโคลน (ตารางเมตร)
C_f	ความเข้มข้นของผลสมที่เข้าสู่ไฮโดรไซโคลน (มวลต่อปริมาตร)
C_{GP}	ความเข้มข้นของอนุภาคของแข็งในกริตพอท (มวลต่อปริมาตร)
C_o	ความเข้มข้นของผลสมที่ออกทางด้านบนของไฮโดรไซโคลน (มวลต่อปริมาตร)
C_u	ความเข้มข้นของผลสมที่ออกทางด้านล่างของไฮโดรไซโคลน (มวลต่อปริมาตร)
d_p	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค (Particle diameter) (เมตร)
D_a	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนอากาศ (Air core diameter) (เมตร)
D_c	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclone diameter) (เมตร)
D_i	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องจ่ายเข้า (Feed in diameter) (เมตร)
D_o	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านบน (Overflow diameter) (เมตร)
D_u	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (Underflow diameter) (เมตร)
D_{50}	ขนาดอนุภาคที่อยู่ในส่วนการไหลได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
D^*	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเสมือนของไฮโดรไซโคลน เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางทางเข้ามีค่าเท่ากับ $D - D_i$ (เมตร)
E_T	ประสิทธิภาพรวมของไฮโดรไซโคลน (Total efficiency) (%)
E'_T	ประสิทธิภาพลดของไฮโดรไซโคลน (Reduced total efficiency) (%)
$F_f(x)$	เปอร์เซ็นต์การสะสมอนุภาคของแข็งที่จ่ายเข้าสู่ไฮโดรไซโคลน (%)
$F_o(x)$	เปอร์เซ็นต์การสะสมอนุภาคของแข็งที่ทางออกด้านบน (%)
$F_u(x)$	เปอร์เซ็นต์การสะสมอนุภาคของแข็งที่ทางออกด้านล่าง (%)
g	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (Acceleration due to gravity) มีค่าเท่ากับ 9.81 เมตรต่อวินาที ²
$G(x)$	เส้นโค้งประสิทธิภาพระดับชั้น (Grade efficiency curve)
$G'(x)$	เส้นโค้งประสิทธิภาพระดับชั้นที่ลดลง (Reduced grade efficiency curve)
%GE	Granulometric separation efficiency
M	มวลของของแข็งที่จ่ายเข้าสู่ไฮโดรไซโคลน (มวลต่อเวลา)
M_u	มวลของของแข็งที่ถูกแยกออกมาทางออกด้านล่าง (มวลต่อเวลา)
n	ค่าคงที่ของรูปร่างไฮโดรไซโคลน มีค่าระหว่าง 0.5-0.9
Q	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

Q_o	อัตราการไหลที่ทางออกด้านบนของไฮโดรไซโคลน (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)
Q_u	อัตราการไหลที่ทางออกด้านล่างของไฮโดรไซโคลน (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)
R	รัศมีของไฮโดรไซโคลน (บริเวณที่เป็นทรงกระบอก) (เมตร)
R_f	อัตราส่วนอัตราการแบ่งการไหล (Flow split)
T	เวลาที่ใช้ในการดำเนินการของกริพพอด (นาทีก)
t	ความหนาของผนัง vortex finder (เมตร)
V_{GP}	ปริมาตรของกริพพอด (ลิตร)
V_i	ความเร็วของของผสมที่จ่ายเข้าที่ช่องทางเข้าไฮโดรไซโคลน (Inlet velocity) (เมตรต่อวินาที)
V_p	ความเร็วในการตกตะกอน (Terminal velocity) (เมตรต่อวินาที)
V_x	ความเร็วตามแนวรัศมีภายในไฮโดรไซโคลน (Radial velocity) (เมตรต่อวินาที)
V_y	ความเร็วตามแนวสัมผัสเส้นรอบวงของไฮโดรไซโคลน (Tangential velocity) (เมตรต่อวินาที)
V_z	ความเร็วตามแนวแกนภายในไฮโดรไซโคลน (Axial velocity) (เมตรต่อวินาที)
x_{50}	ขนาดตัด (Cut size) (ไมโครเมตร)
Δp	ความดันลด (Pressure drop)
$\Delta \rho$	ความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของอนุภาคและของเหลว (กิโลกรัมต่อเมตร ³)
α	อัตราส่วนระหว่างความเร็วตามแนวสัมผัสเส้นรอบวงของไฮโดรไซโคลน (V_y) กับความเร็วที่ช่องจ่ายเข้า (V_i) (Bradley, 1965)
ρ_p	ความหนาแน่นของอนุภาคของแข็ง (กิโลกรัมต่อเมตร ³)
ρ_w	ความหนาแน่นของน้ำ (กิโลกรัมต่อเมตร ³)
ζ	ความเร่งหนีศูนย์กลางสัมพัทธ์ภายในไฮโดรไซโคลน (Relative centrifugal acceleration in hydrocyclone) (เมตรต่อวินาที ²)
μ	ความหนืดพลศาสตร์ของของเหลว (Dynamic viscosity) (นิวตันวินาทีต่อเมตร ²)