SNRU Journal of Science and Technology

Journal home page: snrujst.snru.ac.th

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงกับแบบพัลส์ในกระบวนการรวมตะกอนน้ำขุ่นด้วยไฟฟ้า

The Efficiency comparisons with DC and DC pulse power supply in electro-coagulation process

วัชรวิชญ์ ดาวสว่าง[1,*] ศตวรรษ ทวงชน[2]

Wacharawish Daosawang[1,*], Sattawat Thuangchon[2]

[1] วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม 48150 ประเทศไทย

[1] Si Songkhram Industrial Technology College, Nakhon Phanom University, Si Songkhram, Nakhon Phanom, 48150 Thailand

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

[2] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Maha Sarakham, 44150 Thailand

[*]**Correspondent author**: wacharawish.d@npu.ac.th

Received: 26 June 2017; **Revised:** 6 August 2017; **Accepted:** 8 September 2017; **Available online:** 1 December 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยการการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงในกระบวนการบำบัดน้ำขุ่นด้วยไฟฟ้า เป็นการนำไฟฟ้ามาใช้กับการตกตะกอนน้ำดิบซึ่งใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2 แบบ สำหรับการทดสอบการรวมตะกอนคือ แบบไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์ เพื่อเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำขุ่นที่ 51.9 NTU และ 19.94 NTU และการใช้ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการรวมตะกอนของน้ำดิบที่มีปริมาณ 250 mL สำหรับการทดลองได้กำหนดขนาดกระแสไฟฟ้าของทั้ง 2 แหล่งจ่ายที่ใช้ในการคายประจุไว้ที่ 25 mA เวลาในการคายประจุแบ่งออกเป็น 2 เวลา คือ 5 และ 15 นาที แล้วทำการวัดค่าความขุ่นเพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำของแหล่งจ่ายแต่ละแบบ ซึ่งผลที่ได้ที่มีประสิทธิภาพในการรวมตะกอนน้ำขุ่นที่การคายประจุเป็นเวลา 15 นาที และปล่อยให้ตกตะกอนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายกระแสตรงแบบธรรมดามีค่าเป็นที่ 97.31% และประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายกระแสตรงแบบพัลส์มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 99.46% ประสิทธิภาพในการรวมตะกอนด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์นั้นจะให้ผลดีกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดาและเหมาะสำหรับกระบวนการบำบัดน้ำขุ่น

คำสำคัญ: แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง; พัลส์ความถี่; ประสิทธิภาพ

Abstract

The efficiency comparisons with DC and DC Pulse power supply in electro-coagulation process. Two power supply types used to reduce 51.90 NTU, and 19.94 NTU water turbidities is normal DC source and DC with Pulse function source. Its use for compare effect result of 250 mL water turbidity removal, in electro-coagulation process.From the experimental setup for both power supplies by fixed current at 25 mA, each water sample was classified into 2 discharging times at 5 and 15 minutes to evaluate turbidity changes. The most effective result was

©2017 Sakon Nakhon Rajabhat University reserved

found at 15 minutes discharge, 3 hours settling time, the efficiency of normal DC power supply is 97.31% and DC Pulse power supply is 99.46%. The efficiency of DC Pulse power supply is higher than normal DC Power supply, and it's properly to use for the electro-coagulation process.

Keywords: DC power supply; pulse function; Efficiency

1. บทนำ

ปัจจุบันการนำไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวัน ไฟฟ้าจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตรวมถึงการนำไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ รวมถึงนำมาใช้ในการบำบัดน้ำดิบในกระบวนการผลิตน้ำประปา [1] เพื่อใช้ประโยชน์ในการอุปโภคและบริโภค

การรวมตะกอนของน้ำขุ่นด้วยไฟฟ้า (electro-coagulation) เป็นการประยุกต์ใช้ไฟฟ้าในทางการบำบัดน้ำ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่นำมาใช้สำหรับลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตน้ำประปา [2 – 4] การรวมตะกอนของความขุ่นด้วยไฟฟ้านั้นแหล่งจ่ายที่นำมาใช้ในการคายประจุไฟฟ้าลงสู่น้ำเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญสำหรับการบำบัดน้ำ เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการรวมตะกอนหรือบำบัดน้ำเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำซึ่งปัจจุบันการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้านั้นยังมีต้นทุนที่สูง

แต่การรวมตะกอนของน้ำดิบด้วยไฟฟ้านี้มีข้อดีอยู่หลายด้าน เช่น กระบวนการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้าสามารถกำจัดตะกอนที่มีขนาดเล็กได้ดี กระบวนการนี้ไม่ต้องใช้สารเคมีในการปรับค่าพีเอช (pH) ของน้ำในกรณีที่มีการเติมสารเคมีมากเกินไป น้ำทิ้งจากกระบวนการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้ามีของแข็งละลายในน้ำน้อยกว่ากระบวนการแบบเติมสารเคมี และน้ำจากกระบวนการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้าจะมีลักษณะใส ไม่มีสี และไม่มีกลิ่น

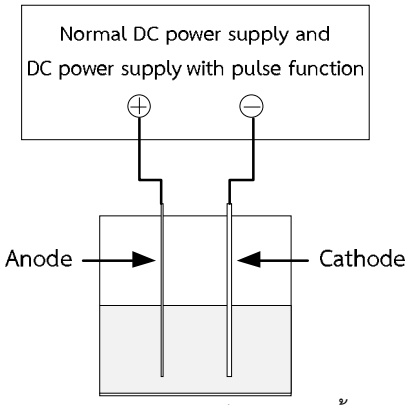
จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาวิธีการรวมตะกอนน้ำดิบด้วยไฟฟ้า โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดาและแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์ความถี่ [5] ที่ยอดคลื่นของแรงดันไฟฟ้า 150 V เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในกระบวนการรวมตะกอนหรือการบำบัดน้ำขุ่น [6]

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

จากภาพที่ 1 แผ่นอิเล็กโทรดทั้ง 2 แผ่น มีระยะคงที่ 2 cm แผ่นอิเล็กโทรดมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำดิบแผ่นละ 19 cm^2 จะทำการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำขุ่นเป็นเวลา 5 นาที และ 15 นาที และมีการทำซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง

การทดลองรวมตะกอนของน้ำขุ่นที่มีปริมาณ 250 mL ทดลองในกล่องขนาดความกว้าง ยาว และสูงที่ 10 x 10 x 10 cm โดยแบ่งการทดลองเป็นน้ำที่มีค่าความขุ่น 2 ระดับ คือ 51.6 NTU 19.94 NTU เป็นน้ำที่ได้จากการผสมผงดินเหนียวกับน้ำกลั่นที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในย่าน 7.28 – 7.90 ค่าความขุ่นที่เลือกมานี้เป็นค่าความขุ่นที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานน้ำประปาภูมิภาค [7] เพื่อการทดสอบหาประสิทธิภาพของแหล่งจ่าย

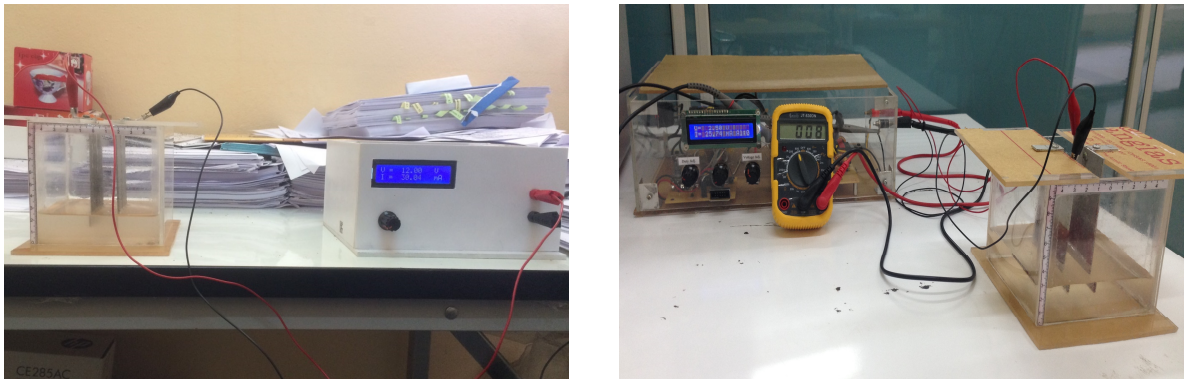
แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดาที่มีค่าแรงดันไฟฟ้า 12 V กระแส 25 mA และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์ที่แรงดันทั่วไป 12 V แรงดันไฟฟ้าแบบพัลส์ยอดคลื่น 150 V กระแสไฟฟ้า 25 mA ความถี่ของสัญญาณพัลส์ 32 kHz จ่ายไปยังแผ่นอิเล็กโทรดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทำจากอะลูมิเนียมขนาดกว้าง ยาว คือ 4.80 x 9.50 cm ที่มีความหนาของแผ่นอิเล็กโทรด 2 mm



ภาพที่ 1 การทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบ

ภาพที่ 2 (ก) เป็นการทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำขุ่นทดลองดังภาพที่ 1 ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดา เพื่อรวมตะกอนของน้ำโดยควบคุมการคายประจุไฟฟ้าด้วยการตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 12 V กระแสไฟฟ้า 25 mA ภาพที่ 2 (ข) เป็นการทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำขุ่นทดลองดังภาพที่ 1 ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์ ในการตั้งค่าทดลองเริ่มต้นจะให้มีค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 12 V และกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 25 mA แหล่งจ่ายทั้งสองจะคายประจุลงในน้ำเป็นเวลา 5 นาที และ 15 นาที ตามลำดับ

เครื่องมือวัดค่าความขุ่นของน้ำ EUTECH รุ่น TN100 (Turbidity Meter Model TN100) เครื่องวัดความขุ่นใช้สำหรับการหาประสิทธิภาพในการรวมตะกอนจากการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองแบบ แล้วนำผลที่ได้ที่เป็นค่าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรวมตะกอนที่เกิดขึ้น



(ก) (ข)

ภาพที่ 2 การทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบด้วยแหล่งจ่ายทั้งสองแบบ (ก) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดา (ข) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์

การทดลองที่ 1 จะทำการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำขุ่นที่ระดับความขุ่น 51.60 NTU โดยใช้แหล่งจ่ายกระแสตรงแบบธรรมดาและแหล่งจ่ายกระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์คายประจุลงในน้ำขุ่นชุดตัวอย่างที่ 1 เป็นเวลา 5 นาที คายประจุลงในน้ำขุ่นชุดตัวอย่างที่ 2 เป็นเวลา 15 นาที แล้วเทน้ำในแต่ละตัวอย่างพักให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำตัวอย่างน้ำมาวัดความขุ่นด้วยเครื่องมือวัดความขุ่น จากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มเวลาในการพักให้ตกตะกอนเป็นเวลา 2 และ 3 ชั่วโมงตามลำดับ

การทดลองที่ 2 จะเป็นการทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่น 19.94 NTU โดยใช้แหล่งจ่ายทั้งสอง ซึ่งจะมีขั้นตอนการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 เมื่อทดลองเสร็จทำการบันทึกผลการทดลองและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลองนั้นบันทึกไว้ดังตาราง ผลการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่นที่เวลาในการตกตะกอน 1 – 3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการวัดค่าการความขุ่นของน้ำในการคายประจุที่ 5 และ 15 นาที ของแหล่งจ่ายทั้ง 2 แบบ ข้อมูลที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง

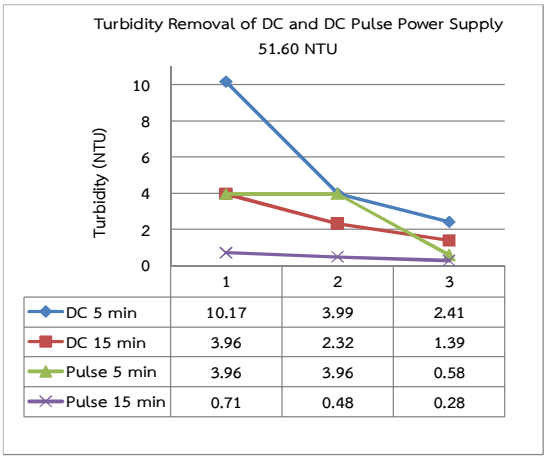
3. ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

จากวัสดุและวิธีการทดลอง ผลจากการทดลองการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำขุ่นเพื่อทำการรวมตะกอนมีผลดังตารางที่ 1

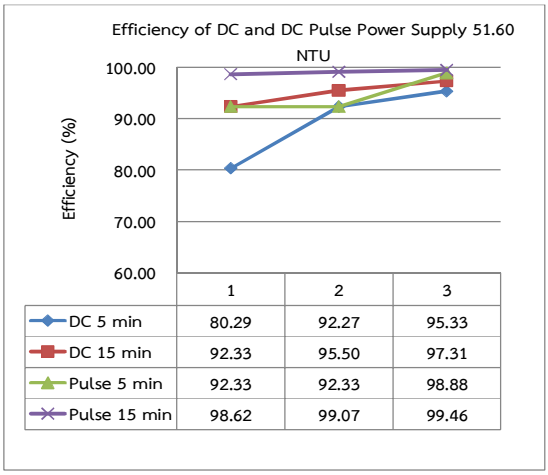
ตารางที่ 1 ผลการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่นต่าง ๆ ที่เวลาในการรวมตะกอน 1 – 3 ชั่วโมง

Sample no.	Initial turbidity (NTU)	Settling time (hr.)	DC Source Discharge Turbidity Removed (Min : NTU)		DC Source with Pulse Discharge Turbidity Removed (Min : NTU)		% Eff. for DC Source		% Eff. for DC Source with Pulse	
			5	15	5	15	5	15	5	15
1	51.60	1	10.17	3.96	3.96	0.71	80.29	92.33	92.33	98.62
		2	3.99	2.32	3.96	0.48	92.27	95.50	92.33	99.07
		3	2.41	1.39	0.58	0.28	95.33	97.31	98.88	99.46
2	19.94	1	9.55	3.05	0.68	0.34	52.11	84.70	96.59	98.29
		2	4.11	1.75	0.65	0.29	79.33	91.22	96.74	98.55
		3	2.66	1.57	0.60	0.16	86.66	92.13	96.99	99.20

นำข้อมูลค่าความขุ่นของน้ำมาหาประสิทธิภาพในการรวมตะกอนของแหล่งจ่าย ดังกราฟภาพที่ 3 และภาพที่ 4 ที่ความขุ่นเริ่มต้น 51.60 NTU และกราฟภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ที่ความขุ่นเริ่มต้น 19.94 NTU

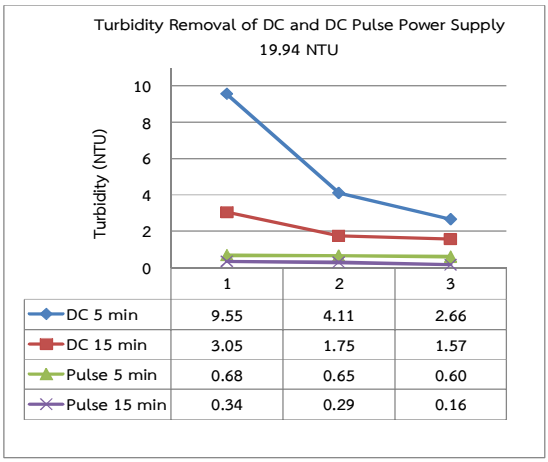


ภาพที่ 3 กราฟเปรียบเทียบการรวมตะกอนของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงธรรมดาและแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์

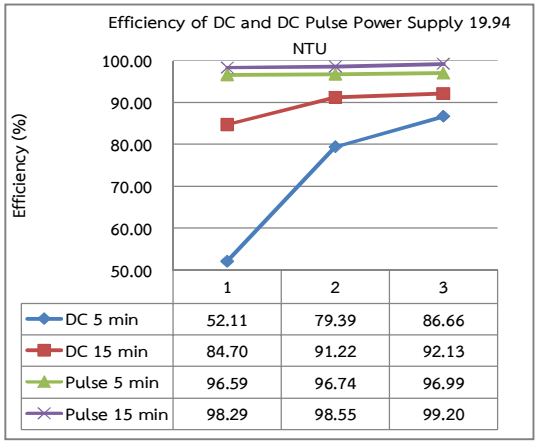


ภาพที่ 4 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงธรรมดาและแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์

จากกราฟการเปรียบเทียบการตกตะกอนและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการรวมตะกอนของแหล่งจ่าย ภาพที่ 3 – 4 ที่ความขุ่น 51.60 NTU เมื่อทำการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำเป็นเวลา 5 นาที แหล่งจ่ายแบบฟังก์ชั่นพัลส์ให้ประสิทธิภาพในการรวมตะกอนสูงถึง 98.88% และเมื่อทำการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำเป็นเวลา 15 นาที ได้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นสูงถึง 99.46%



ภาพที่ 5 กราฟเปรียบเทียบการรวมตะกอนของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์



ภาพที่ 6 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์

จากกราฟการเปรียบเทียบการรวมตะกอนและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของของแหล่งจ่าย ภาพที่ 5 – 6 ที่ความขุ่น 19.94 NTU เมื่อทำการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำเป็นเวลา 5 นาที แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์ให้ประสิทธิภาพในการรวมตะกอนหรือบำบัดความขุ่นสูงถึง 96.99% และเมื่อทำการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำเป็นเวลา 15 นาที พบว่าประสิทธิภาพในการรวมตะกอนหรือบำบัดความขุ่นสูงถึง 99.20%

จากการทดลองผลของการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำขุ่นที่ค่าความขุ่น 51.60 NTU และ 19.94 NTU แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์สามารถรวมตะกอนได้ดีกว่าแล่งจ่ายกระแสตรงแบบธรรมดา คือค่าความขุ่นที่วัดได้จากจากเครื่องมือวัดความขุ่นของการรวมตะกอนมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากดังภาพที่ 3 – 5 และมีประสิทธิภาพในการรวมตะกอนหรือการบำบัดความขุ่นได้ดีคือมีค่าประสิทธิภาพเข้าใกล้หนึ่งร้อยดังภาพที่ 4 – 6 ข้อมูลในตารางที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบผลการลดลงของความขุ่นน้ำตัวอย่างจากการทดลองกับน้ำที่ค่าความขุ่นเริ่มต้น

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดากับไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์ในกระบวนการรวมตะกอนหรือบำบัดน้ำขุ่นด้วยไฟฟ้า โดยการนำแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดาและแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์มาทดสอบการคายประจุลงในน้ำขุ่นที่มีปริมาณ 250 mL เป็นเวลา 5 และ 15 นาที แล้วปล่อยให้รวมตะกอนเป็นเวลา 1 ถึง 3 ชั่วโมง

จากการทดลองพบว่าน้ำที่ค่าความขุ่น 51.60 NTU เวลาในการคายประจุที่เวลาเดียวกันคือ 15 นาที แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดามีประสิทธิภาพเฉลี่ย 95.05% แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์มีประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงถึง 99.05% ที่เวลาในการคายประจุที่เวลาเดียวกันคือ 5 นาที แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดามีประสิทธิภาพเฉลี่ย 89.30% แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์มีประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงถึง 94.51% และน้ำที่ค่าความขุ่น 19.94 NTU เวลาในการคายประจุที่เวลาเดียวกันคือ 15 นาที แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดามีประสิทธิภาพเฉลี่ย 89.35% แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบฟังก์ชั่นพัลส์มีประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ 98.69% ที่เวลาในการคายประจุที่เวลาเดียวกันคือ 5 นาที แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดามีประสิทธิภาพเฉลี่ย 72.72% แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์มีประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ 96.77% ซึ่งผลทางประสิทธิภาพในการรวมตะกอนน้ำขุ่นที่การคายประจุเป็นเวลา 15 นาที และปล่อยให้ตกตะกอนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แหล่งจ่ายกระแสตรงแบบธรรมดามีค่าสูงสุดที่ 97.31% และประสิทธิภาพการรวมตะกอนน้ำขุ่นของแหล่งจ่ายกระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 99.46%

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสานฟังก์ชั่นพัลส์นั้นมีประสิทธิภาพในการรวมตะกอนความขุ่นได้ดีกว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดา

5. References

[1] The Process of Water Treatment, http://www.pwa. co.th/Contents/service/treatment, 3 January 2014.

[2] M. Hejosa-Valsero, R. Molina, H. Schikora, M. Muller, JM. Bayona, Removal of cyanide from water by means of plasma discharge technology, Water Research. 47(4) 2013 1701 – 1707.

[3] K. Shimizu, M. Yamada, M. Kanamori, M. Blajan, Basic Study of Bacteria Inactivation at Low Discharge Voltage by Using Microplasmas, IEEE. Industrial Applications. 46(2) 2010 641 – 649.

[4] T. Yano, N. Shimomura, I. Uchiyama, F. Fukawa, K. Teranishi, H. Akiyama, Decolorization of Indigo Carmine Solution Using Nanosecond Pulsed Power, IEEE Dielectrics and Electrical Insulation. 16(4) 2009 1081 – 1087.

[5] W. Daosawang, S. Thuangchon, T. Manasri, DC Power supply for Decolorization of Wastewater, KKU J. 15(2) (2015) 1 – 7.

[6] W. Daosawang, P. Somboot, DC Pulse Power Supply for Electrocoacgulation in Water treatment, Naresuan J. Sci. 25(1) (2017) 150 – 157.

[7] The quality of water supply, http://www. pwa.co.th/download/pwastandard50-1.pdf, 3 January 2014.