



**แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบพัลส์สำหรับบำบัดความขุ่นในน้ำ
ด้วยกระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้า
วัชรวิชัย ดาวสว่าง^{1*} และพัทธกมล สมบูรณ์²**

DC Pulse Power Supply for Electrocoagulation in Water Treatment

Wacharawish Daosawang^{1*} and Pattakamol Somboot²

¹ วิทยาลัยเทคโนโลยีศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม 48150

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

* Corresponding author. E-mail address: mr.kengin@gmail.com

Received: 10 February 2016; Accepted: 24 May 2016

บทคัดย่อ

งานวิจัยการตกตะกอนน้ำด้วยไฟฟ้าซึ่งใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีการทำงานแบบพัลส์ เป็นการศึกษาวิธีการบำบัดความขุ่นของน้ำโดยใช้ไฟฟ้าเพื่อลดการใช้สารเคมีและการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำด้วยการปรับค่าแรงดันไฟฟ้ายอดคลื่นแบบพัลส์ที่ 150 V กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 25 mA ที่ความถี่สัญญาณพัลส์ 32 kHz ซึ่งทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำปริมาตร 500 ml ที่ความขุ่น 3 ระดับคือ 51.6 NTU 19.94 NTU และ 7.95 NTU ที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น เวลาที่ใช้ในการคายประจุไฟฟ้าที่ 5 ถึง 15 นาที แล้วทำการพักให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 ถึง 3 ชั่วโมง

การทดลองได้แบ่งเวลาในการคายประจุออกเป็น 4 เวลา คือ 5 8 12 และ 15 นาที แล้วทำการวัดค่าความขุ่นเพื่อหาประสิทธิภาพ ผลที่ได้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ การคายประจุไฟฟ้าที่เวลา 15 นาที แล้วพักให้ตกตะกอนที่เวลา 3 ชั่วโมง ความขุ่นของน้ำลดลงจาก 51.6 NTU เป็น 0.28 NTU ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นทำได้ถึง 99.46%

คำสำคัญ: การตกตะกอนด้วยไฟฟ้า ค่าความขุ่น แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง พัลส์ความถี่

Abstract

DC pulse power supply was used for this electrocoagulation research to reduce turbidity in water instead of using chemical reaction and high power consumption. The DC pulse power supply with 150 V peak, 25 mA, pulse frequency 32 kHz was discharged into 500 ml. of water sample. Each water sample contains different turbidity at 51.6 NTU, 19.94 NUT and 9.95 NTU. The discharge times of the DC pulse power supply was set between 5 to 15 minutes, and settling time was around 1 to 3 hours.

Each water sample was classified into 4 discharging times at 5, 8, 12 and 15 minutes to evaluate turbidity changes. The most effective result was found at 15 minutes discharge, 3 hours settling time, where turbidity of water dropped from 51.6 NTU to 0.28 NTU. The performance of the turbidity was shown at 99.46%.

Keywords: Electrocoagulation, Turbidity, DC power supply, Pulse frequency

บทนำ

ปัจจุบันการบำบัดความขุ่นหรือสารแขวนลอยของน้ำดิบเพื่อนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคนั้นเป็นการเติมสารเคมี

ลงไปให้น้ำเพื่อให้ตะกอนในน้ำดิบที่จะใช้สำหรับผลิตน้ำประปา (Provincial Waterworks Authority, 2013) เกิดการตกตะกอนก่อนนำไปสู่กระบวนการอื่นต่อไป

การตกตะกอนของน้ำดิบด้วยไฟฟ้าเป็นอีกวิธีที่นำมาใช้สำหรับการบำบัดน้ำเพื่อลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภค แต่การตกตะกอนของน้ำดิบด้วยไฟฟ้านั้นมีต้นทุนการบำบัดสูงเนื่องมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการบำบัดที่สูง (Yano, Uchiyama, Fukawa, Teranishi, & Shimomura, 2008; Yano, Shimomura, Uchiyama, Fukawa, Teranishi, & Akiyama, 2009; Shimizu, Yamada, Kanamori, & Blajan, 2010; Hejosa-Valsero, Molina, Schikora, Muller, & Bayona, 2013) จึงทำให้ยังไม่เป็นที่นิยมนักสำหรับวิธีการบำบัดน้ำด้วยไฟฟ้า

แต่การตกตะกอนของน้ำดิบด้วยวิธีไฟฟ้านี้มีข้อดีอยู่หลายด้าน เช่น กระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าสามารถกำจัดตะกอนที่มีขนาดเล็กได้ดี กระบวนการนี้ไม่ต้องใช้สารเคมีในการปรับค่า pH ของน้ำในกรณีที่มีการเติมสารเคมีมากเกินไป น้ำทิ้งจากกระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้ามีของแข็งละลายในน้ำน้อยกว่ากระบวนการแบบเดิม

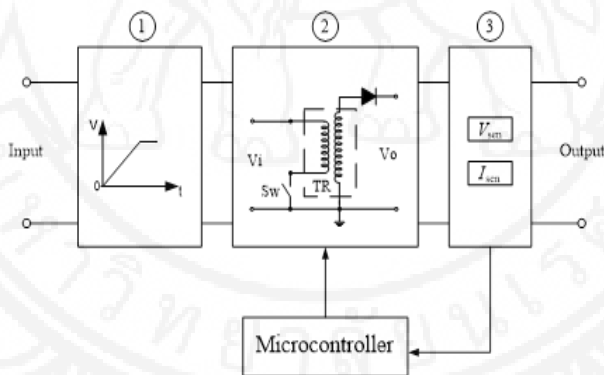
สารเคมี และน้ำจากกระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าจะมีลักษณะใส ไม่มีสี และไม่มีกลิ่น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาวิธีการตกตะกอนน้ำดิบด้วยไฟฟ้าแบบใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำ โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมสัญญาณพัลส์ความถี่ (Daosawang, Thuangchon, & Manasri, 2015) ที่ยอดคลื่นของแรงดันไฟฟ้า 150V และความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ 32 kHz เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานและศึกษาวิธีการบำบัดน้ำดิบแบบลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตน้ำประปา

วงจรและการทำงาน

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเป็นวงจรที่มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและสัญญาณไฟฟ้าแรงดันสูงแบบพัลส์รวมกัน โครงสร้างรูปที่ 1 วงจรมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน

1. ส่วนของวงจรปรับแรงดันไฟฟ้า
2. วงจรสวิตซ์และหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง
3. ส่วนของวงจรตรวจวัดสัญญาณ



รูปที่ 1 โครงสร้างของแหล่งจ่ายกระแสตรง

ส่วนแรกวงจรปรับระดับแรงดันไฟฟ้าจะทำหน้าที่ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าวงจรสวิตซ์ซึ่งให้มีระดับตั้งแต่ 5-12 V ก่อนจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากวงจรนี้เข้าสู่วงจรสวิตซ์

ส่วนถัดมาเป็นวงจรสวิตซ์และหม้อแปลงความถี่สูง วงจรสวิตซ์จะทำหน้าที่ส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าผ่านหม้อแปลงไฟฟ้า ความถี่สูงจากขดปฐมภูมิไปยังขดทุติยภูมิ

โดยวงจรสวิตซ์นี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างสัญญาณควบคุมสวิตซ์แบบพัลส์เพื่อควบคุมการทำงานของมอสเฟต และหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูงจะถูกต่อร่วมกับวงจรให้ทำการขยายสัญญาณพัลส์ให้มีขนาดแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น

หม้อแปลงไฟฟ้าความถี่สูง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าจากขดปฐมภูมิไปยังขดทุติยภูมิ หม้อแปลง



ความถี่สูงใช้สำหรับขยายระดับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นที่มีสัญญาณสวิตซ์ที่ความถี่สูง

ส่วนสุดท้ายวงจรตรวจวัดสัญญาณ เป็นการวัดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าทางด้านออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างขึ้นวงจรตรวจวัดกระแสไฟฟ้าใช้สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขณะการบำบัดความขุ่นของน้ำดิบ

การคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบจะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นที่แผ่นอิเล็กโทรดซึ่งเป็นไปตามสมการที่ 1 (Richard & Jams, 1999)

$$E=F/q=V/d \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ E คือ สนามไฟฟ้า (N/C หรือ V/m)

F คือ แรงที่กระทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ (N)

q คือ ประจุไฟฟ้า (C)

V คือ แรงดันไฟฟ้า (V)

d คือ ระยะทางระหว่างแผ่นอิเล็กโทรด (m)

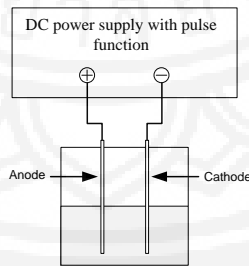
จากสมการสนามไฟฟ้าจะแปรผันตามแรงดันไฟฟ้าและแปรผกผันกับระยะทางระหว่างแผ่นอิเล็กโทรด สนามไฟฟ้าที่มีค่าสูงนั้นจะเป็นพลังงานที่กระทำต่อประจุไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ได้ไปในระยะทางระหว่างแผ่นอิเล็กโทรดนั้นดีขึ้น การเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นจะส่งผลให้สนามไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วยเพื่อให้ประจุไฟฟ้า

เคลื่อนที่ได้ดีในตัวกลางที่เป็นน้ำดิบ ดังนั้นจึงเป็นสมมติฐานที่ผู้วิจัยจะทำการทดลองเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นแบบพัลส์ความถี่และระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโทรดจะกำหนดให้คงที่ไว้

วัสดุและการทดลอง

การทดลองบำบัดน้ำที่มีความขุ่นปริมาณ 500 ml ทดลองในกล่องขนาดความกว้าง ยาว และสูงที่ 10x10x10 cm โดยแบ่งการทดลองเป็นน้ำที่มีค่าความขุ่น 3 ระดับ คือ 51.6 NTU 19.94 NTU และ 7.95 NTU ซึ่งได้จากการผสมผงดินเหนียวกับน้ำกลั่นที่มีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในย่าน 7.28-7.90 ค่าความขุ่นที่เลือกมานี้เป็นค่าความขุ่นที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานน้ำประปาภูมิภาค (Provincial Waterworks Authority, 2013)

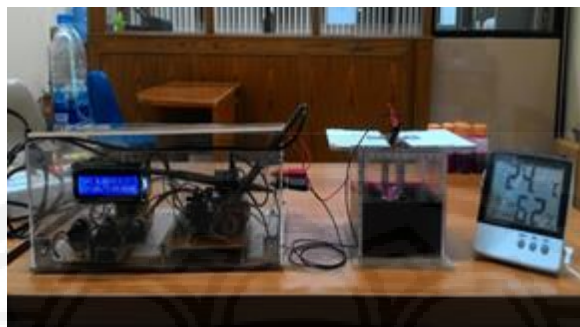
การคายประจุไฟฟ้าแบบสัญญาณพัลส์ลงในน้ำที่ค่าความขุ่นต่าง ๆ นั้นจะใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถสร้างสัญญาณพัลส์ (Daosawang, Thuangchon, & Manasri, 2015) ที่แรงดันไฟฟ้าขดคลื่น 150 V กระแสไฟฟ้า 25 mA ความถี่ของสัญญาณ 32 kHz จ่ายไปยังแผ่นอิเล็กโทรดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทำจากอะลูมิเนียมขนาดกว้าง ยาว คือ 4.8 cm และ 9.5 cm ตามลำดับ มีความหนาของแผ่นอิเล็กโทรด 2 mm



รูปที่ 2 การทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบ

จากรูปที่ 2 ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโทรดทั้ง 2 แผ่น มีระยะคงที่ 2 cm แผ่นอิเล็กโทรดมีพื้นที่ผิวสัมผัส

กับน้ำดิบแผ่นละ 19 cm² โดยมีวิธีการทดลองดังรูปที่ 3 และการทดลองแบ่งออกเป็น 4 การทดลอง



รูปที่ 3 การทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำ

การทดลองที่ 1 จะทำการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ระดับความขุ่น 51.6 NTU คายประจุลงในน้ำดิบตัวอย่างที่ 1 เป็นเวลา 5 นาที คายประจุลงในน้ำดิบตัวอย่างที่ 2 เป็นเวลา 8 นาที คายประจุลงในน้ำดิบตัวอย่างที่ 3 เป็นเวลา 12 นาทีและคายประจุลงในน้ำดิบตัวอย่างที่ 4 เป็นเวลา 15 นาที แล้วเทน้ำดิบในแต่ละตัวอย่างพักให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำตัวอย่างน้ำมาวัดความขุ่นด้วยเครื่องมือวัดความขุ่น จากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มเวลาในการพักให้ตกตะกอนเป็นเวลา 2 และ 3 ชั่วโมง แล้วทำการวัดค่าความขุ่นและบันทึกผล

การทดลองที่ 2 จะเป็นการทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่น 19.94 NTU ซึ่งจะมีขั้นตอนการ

ทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 เมื่อทดลองเสร็จจากนั้นทำการบันทึกผลการทดลอง

ในการทดลองที่ 3 เป็นการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ความขุ่น 7.95 NTU โดยมีขั้นตอนการทดลองเหมือนการทดลองที่ 1 และ 2 แล้วทำการบันทึกผล ซึ่งผลที่ได้นั้นมีค่าดังตารางที่ 1

การทดลองที่ 4 เป็นการนำตัวอย่างน้ำที่ค่าความขุ่นทั้ง 3 ค่ามาพักไว้ให้เกิดการตกตะกอนโดยไม่มีการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำเป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง แล้วทำการสุ่มวัดค่าความขุ่นของน้ำทุก ๆ 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1 ค่าความขุ่นที่ตกตะกอนโดยไม่มีการคายประจุลงในน้ำ (Turbidity without Discharging (NTU))

ตารางที่ 1 ผลการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่นต่างๆ ที่เวลาในการตกตะกอน 1-3 ชั่วโมง

Sample no.	Initial turbidity (NTU)	Settling time (hr.)	pH after Reaction time (min)				Turbidity without Discharging (NIU)	Turbidity (NTU) after Reaction				Turbidity removal eff.(%) after Reaction			
			5	8	12	15		5	8	12	15	5	8	12	15
			1	51.6	1	7.66	7.66	7.62	7.82	19.63	3.96	1.60	0.86	0.71	92.33
		2	7.78	7.67	7.67	7.93	15.84	3.96	0.66	0.62	0.48	92.33	98.72	98.80	99.07
		3	7.66	7.69	7.70	7.76	12.52	0.58	0.39	0.33	0.28	98.88	99.24	99.36	99.46
2	19.94	1	7.60	7.58	7.53	7.48	11.69	0.68	0.53	0.37	0.34	96.59	97.34	98.14	98.29
		2	7.56	7.56	7.55	7.57	9.36	0.65	0.50	0.34	0.29	96.74	97.49	98.29	98.55
		3	7.90	7.85	7.84	7.81	7.35	0.60	0.41	0.28	0.16	96.99	97.94	98.60	99.20
3	7.95	1	7.28	7.3	7.31	7.39	5.1	1.14	0.53	0.52	0.49	85.66	93.33	93.46	93.84
		2	7.77	7.73	7.70	7.58	3.99	1.13	0.37	0.34	0.31	85.79	95.35	95.72	96.10
		3	7.81	7.80	7.80	7.81	3.71	1.12	0.36	0.32	0.14	85.91	95.47	95.97	98.24



การทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบเป็นเวลาต่าง ๆ และการพักให้น้ำดิบที่ผ่านการคายประจุไฟฟ้านี้เป็นขั้นตอนการศึกษาวิธีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่นต่าง ๆ เทียบกับเวลาในการคายประจุ ระยะเวลาในการพักตัว เพื่อให้เกิดการตกตะกอนของน้ำ

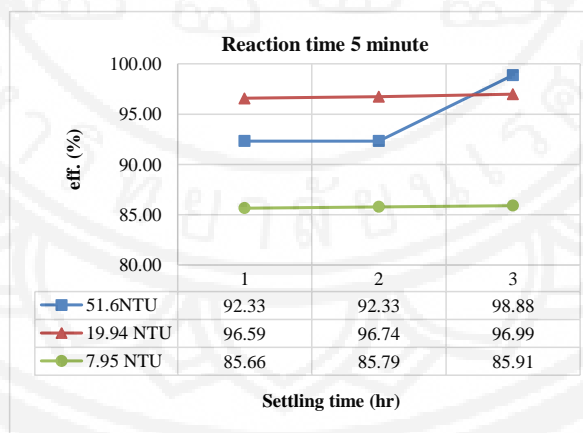
จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ได้ไปทำการวัดค่าความขุ่นด้วยเครื่องมือวัดความขุ่น Eutech รุ่น TN100 (Turbidity Meter Model TN100) เพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นในกระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนี้ ผลที่ได้จากตารางที่ 1 ได้นำมาเปรียบเทียบในแบบกราฟเส้นดังรูปที่ 4 - 7

รูปที่ 4 - 7 เป็นการเปรียบเทียบการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่น 51.6 NTU 19.94 NTU และ 7.95 NTU เป็นเวลา 5 8 12 และ 15 นาที และเวลาพักให้ตกตะกอนที่ 1 2 และ 3 ชั่วโมงตามลำดับ เพื่อศึกษาหาเวลาในการคายประจุไฟฟ้าที่ค่าความขุ่นต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วกับระยะเวลาในการพักน้ำให้ตกตะกอน

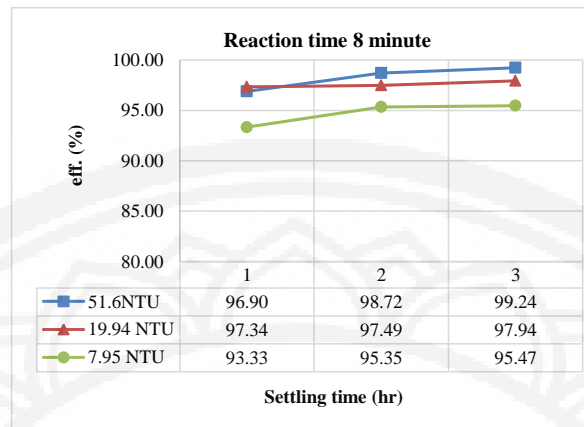
จากนั้นทำการเปรียบเทียบความขุ่นที่ลดลงทำให้ได้ประสิทธิภาพของการทดลองในแต่ละสภาวะของน้ำดิบ

จากการทดลองจะเห็นว่าประสิทธิภาพในการการบำบัดค่าความขุ่นของน้ำมีค่าต่ำกว่า 90% ดังรูปที่ 4 ที่สภาวะน้ำค่าความขุ่นเริ่มต้นที่ 7.95 NTU คายประจุลงในน้ำเป็นเวลา 5 นาที เมื่อทำการพักให้น้ำตกตะกอนเป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นเพิ่มขึ้นไม่มากนัก แต่เมื่อเทียบกับการคายประจุลงในน้ำเป็นเวลา 8 12 และ 15 นาที ดังรูปที่ 4-6 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของการบำบัดความขุ่นที่ค่าความขุ่นเริ่มต้นที่ 7.95 NTU นั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่า 90% และเมื่อทำการพักให้ตกตะกอน 1-3 ชั่วโมง ประสิทธิภาพนั้นยังเพิ่มขึ้นหรือมีค่าความขุ่นลดลงไปอีกนั่นเอง

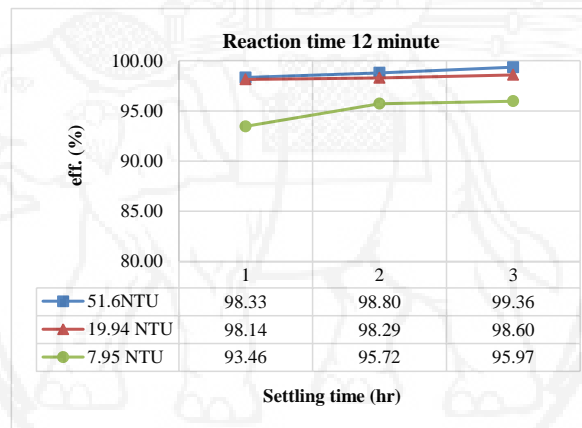
และเมื่อนำค่าการทดลองของน้ำที่มีการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำของแต่ละค่าความขุ่นมาเทียบกับการไม่คายประจุไฟฟ้าลงในน้ำการคายประจุไฟฟ้าจะลดค่าความขุ่นของน้ำได้ดีกว่าการปล่อยพักให้ตกตะกอนเองของน้ำดิบ โดยเทียบกับผลการทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำเป็นเวลา 5 นาที (Turbidity (NTU) after Reaction)



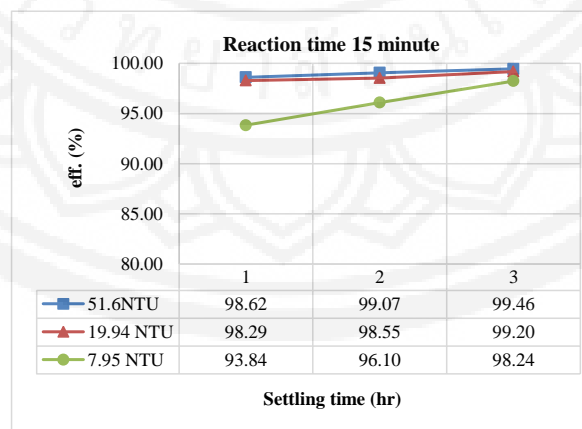
รูปที่ 4 กราฟเปรียบเทียบการตกตะกอนที่เวลาคายประจุ 5 นาที



รูปที่ 5 กราฟเปรียบเทียบการตกตะกอนที่เวลาคายประจุ 8 นาที



รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบการตกตะกอนที่เวลาคายประจุ 12 นาที

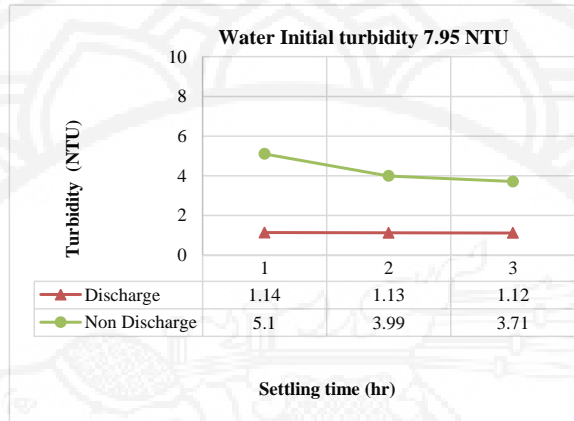


รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบการตกตะกอนที่เวลาคายประจุ 15 นาที



รูปที่ 4 - 7 เป็นการเปรียบเทียบการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่ค่าความขุ่น 51.6 NTU 19.94 NTU และ 7.95 NTU เป็นเวลา 5 8 12 และ 15 นาที และเวลาพักให้ตกตะกอนที่ 1 2 และ 3 ชั่วโมงตามลำดับ เพื่อศึกษาหาเวลาในการคายประจุไฟฟ้าที่ค่าความขุ่นดังที่ได้กล่าวมา

กับระยะเวลาในการพักน้ำให้ตกตะกอน แล้วเปรียบเทียบความขุ่นที่ลดลงทำให้ได้ประสิทธิภาพของกระบวนการทดลองในแต่ละสภาวะของน้ำดิบ ซึ่งจะได้เวลาที่เหมาะสมกับการบำบัดในแต่ละค่าความขุ่น



รูปที่ 8 กราฟการเปรียบเทียบระหว่างการไม่คายประจุไฟฟ้าลงในน้ำกับการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำ

รูปที่ 8 กราฟการเปรียบเทียบกันระหว่างการไม่คายประจุไฟฟ้าลงในน้ำกับการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำเป็นเวลา 5 นาที ที่ความขุ่นของน้ำ 7.95 NTU จะเห็นว่าการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำจะลดค่าความขุ่นลงได้ดีกว่าการปล่อยให้ตกตะกอนเอง

จากการทดลองจะเห็นว่าประสิทธิภาพในการการบำบัดค่าความขุ่นของน้ำมีค่าต่ำกว่า 90% ดังรูปที่ 4 ที่สภาวะน้ำค่าความขุ่นเริ่มต้นที่ 7.95 NTU คายประจุลงในน้ำเป็นเวลา 5 นาที เมื่อทำการพักให้น้ำตกตะกอนเป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัดความขุ่นเพิ่มขึ้นไม่มากนัก แต่เมื่อเทียบกับการคายประจุลงในน้ำเป็นเวลา 8 12 และ 15 นาที ดังรูปที่ 4-6 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของการบำบัดความขุ่นที่ค่าความขุ่นเริ่มต้นที่ 7.95 NTU นั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่า 90% และเมื่อทำการพักให้ตกตะกอน 1-3 ชั่วโมง ประสิทธิภาพนั้นยังเพิ่มขึ้นหรือมีค่าความขุ่นลดลงไปได้อีกนั่นเอง

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบพัลส์สำหรับการบำบัดความขุ่นในน้ำด้วยกระบวนการตกตะกอนด้วยไฟฟ้าที่มีรูปแบบสัญญาณพัลส์ความถี่ โดยการปรับค่าแรงดันไฟฟ้ายอดคลื่นแบบพัลส์ที่ 150 V กระแสไฟฟ้า 25 mA ที่ความถี่สัญญาณพัลส์ 32 kHz โดยทดลองคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำปริมาตร 500 ml ที่ค่าความขุ่นของน้ำดิบ 51.6 NTU 19.94 NTU และ 7.95 NTU เวลาที่ใช้ในการคลายประจุไฟฟ้าที่ 5 ถึง 15 นาที แล้วทำการพักให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 ถึง 3 ชั่วโมง

จากการทดลองพบว่า การคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำจะทำให้ลดค่าความขุ่นของน้ำได้ดีกว่าการปล่อยให้ตกตะกอนเองโดยไม่มีการคายประจุไฟฟ้า และเมื่อทำการคายประจุไฟฟ้าให้กับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นสูงกว่า 7.95 NTU สามารถคายประจุไฟฟ้าที่ 5 นาที แล้วพักให้



ตกตะกอนไว้ 1 ชั่วโมง จะได้ประสิทธิภาพการลดค่าความขุ่นของน้ำได้ 90% ขึ้นไป และน้ำดิบที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความขุ่น 7.95 NTU จะต้องคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่เวลามากกว่า 5 นาที ซึ่งในการทดลองคายประจุที่ 8 นาที จะได้ประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นของน้ำที่ 90% ขึ้นไป

และผลการคายประจุไฟฟ้าลงในน้ำดิบที่เวลา 15 นาที และพักให้ตกตะกอนที่เวลา 3 ชั่วโมง สามารถลดค่าความขุ่นของน้ำดิบที่ค่าความขุ่น 51.6 NTU เป็น 0.28 NTU ได้ ประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงสุดที่ 99.46% ซึ่งเป็นสภาวะการทดลองที่ได้ประสิทธิภาพสูงสุดของการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Daosawang, W., Thuangchon, S., & Manasri, T. (2015). DC Power supply for Decolorization of Wastewater. *KKU Research Journal*, 15(2), 1-7.
- Hejosa-Valsero M., Molina R., Schikora H., Muller M., & Bayona J. M. (2013). Removal of cyanide from water by means of plasma discharge technology. *Elsevier Science Direct, Water Research*, 47(4), 1701-1707.
- Provincial Waterworks Authority. (2013). *The Process of Water Treatment*. Retrieved from <http://www.pwa.co.th/contents/service/treatment>
- Provincial Waterworks Authority. (2013). *The quality of water supply*. Retrieved from <http://http://www.pwa.co.th/download/pwastandard50-1.pdf>
- Richard, C. D., & Jams, A., S. (1999). *Introduction to Electric Circuits* (4th ed.). N.P.: John Wiley & Sons.
- Shimizu K., Yamada M., Kanamori M., & Blajan M. (2010). Basic Study of Bacteria Inactivation at Low Discharge Voltage by Using Microplasmas. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 46(2), 641-649.
- Yano T., Shimomura N., Uchiyama I., Fukawa F., Teranishi K., & Akiyama, H. (2009). Decolorization of Indigo Carmine Solution Using Nanosecond Pulsed Power. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 16(4), 1081-1087.
- Yano T., Uchiyama I., Fukawa F., Teranishi K., & Shimomura, N. (2008). Water Treatment by Atmospheric Discharge Produced with Nanosecond Pulsed Power. In *IEEE International Power Modulators and High Voltage Conference*, 27-31 May 2008 (p. 80-83). USA: Las Vegas, NE.