บทที่ 4
ผลการทดลอง การวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

ตารางผลการทดลอง ตอนที่ 1 การหาปริมาณของตะกั่วที่อยู่ในน้ำประปาที่ใช้ภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการหาค่าปริมาณตะกั่วที่อยู่ในแหล่งของสารทำงานที่นำมาทดสอบ

สารทำงาน	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (mg/L)
น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	0

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่1

จากผลการทดลองพบว่าค่าปริมาณตะกั่วที่เครื่อง Atomic Absorbtion วัดได้มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นค่าเปรียบเทียบปริมาณที่ตรวจพบกับค่ามาตรฐานที่เราใช้ในการเปรียบเทียบซึ่งประกอบไปด้วย น้ำกลั่นซึ่งเราได้ตั้งค่าให้มีความเข้มข้นของตะกั่วเป็นศูนย์ สารละลายเลดไนเตรดซึ่งมีความเข้มข้น 2 mg/L, 11 mg/L และ 15 mg/L ซึ่งเราสามารถบอกได้ว่าน้ำที่นำมาเป็นสารทำงานไม่มีปริมาณตะกั่วในน้ำเลย ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางผลการทดลอง ตอนที่ 2 หาปริมาณของตะกั่วที่เครื่องกำจัดควันตะกั่วสามารถจับควันตะกั่วได้

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทำการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่ว

สารทำงาน	ครั้งที่ 1 mg/L	ครั้งที่ 2 mg/L	ครั้งที่3 mg/L	เฉลี่ย mg/L
น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ใช้ในการจับควันตะกั่ว	0.394	0.362	0.388	0.381

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม

มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม

ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.386 กรัม

กลายเป็นควัน 3.333 – 1.386 = 1.947 กรัม หรือ 1,947 มิลลิกรัม

สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 0.381 มิลลิกรัม/ลิตร

ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 0.381x 4 = 1.524 มิลลิกรัม

$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1947 – 1.524

= 1945.48 มิลลิกรัม

% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{1.524}{1947}$ = 0.08 %

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 2

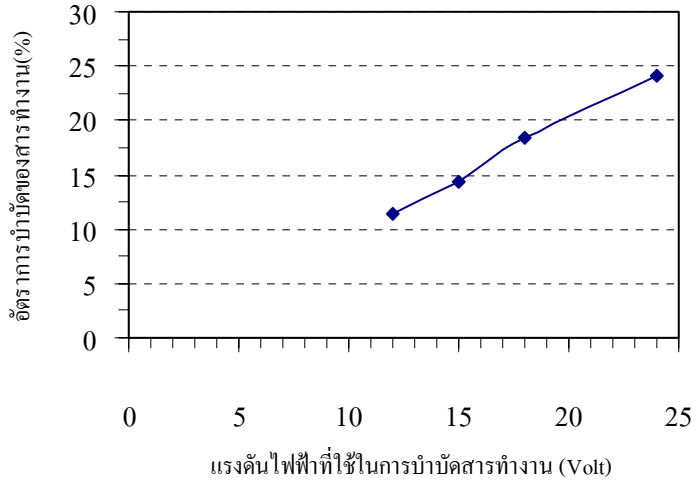
จากผลการทดลองพบว่าปริมาณตะกั่วที่เครื่อง Atomic Absorbtion วัดได้จากการทดลองมีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ครั้งเป็น 0.381 mg/L และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.08 % ดังนั้นเราสามารถสรุปได้ว่าเครื่องกำจัดควันตะกั่วสามารถบำบัดควันตะกั่วได้จริง ดังตารางที่ 4.2

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 3.1 การหาปริมาณของตะกั่วเมื่อผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้แผ่น อะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว และผลการบำบัดน้ำที่ผ่านการกำจัดควันตะกั่วด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส ดังแสดงในตารางที่4.3 และแสดงในรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทำการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่วและผลการบำบัดน้ำด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้แผ่น อะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

เมื่อใช้แผ่น อะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)			
ปริมาณที่ตรวจพบก่อนทำการบำบัด (mg/L)	ค่า Voltage (Volt)	ปริมาณที่ตรวจพบหลังทำการบำบัด(mg/L)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ %
0.411	12	0.364	11.436
0.376	15	0.322	14.362
0.385	18	0.314	18.422
0.324	24	0.246	24.074



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ของ Voltage ที่ให้ในการบำบัดสารทำงาน กับ เปอร์เซ็นต์ที่สามารถบำบัดได้เมื่อใช้แผ่น อะลูมิเนียมเป็น ขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม

มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม

ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.372 กรัม

กลายเป็นควัน 3.333 – 1.372 = 1.961 กรัม หรือ 1,961 มิลลิกรัม

สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 0.374 มิลลิกรัม/ลิตร

ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 0.374x 4 = 1.496มิลลิกรัม

$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1961 – 1.496

= 1959.50 มิลลิกรัม

% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{1.496}{1961}$ = 0.08 %

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 3.1

จากผลการทดลองใช้กระบวนการอิเล็กโตรไลต์บำบัดน้ำ (ซึ่งในที่นี้เราให้เป็นสารทำงานในการบำบัดควันตะกั่ว) ที่ได้จากการบำบัดควันด้วยเครื่องกำจัดควันตะกั่วโดยใช้ขั้วของอิเล็กโตรไลต์เป็น อะลูมิเนียมและเหล็กพบว่ากระบวนการนี้สามารถบำบัดน้ำได้จริงโดยความสามารถในการบำบัดน้ำจะขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ให้เข้าไปในกระบวนการอิเล็กโตรไลต์ กล่าวคือถ้าเพิ่มโวลท์เตจให้กระบวนการอิเล็กโตรไลต์จะทำให้สามารถบำบัดน้ำได้ในเปอร์เซ็นต์ที่สูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.3

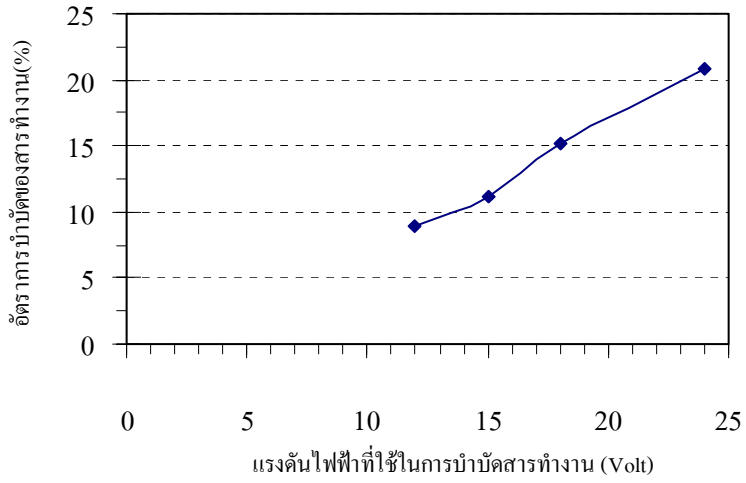
จากการทดลองจะพบว่าถ้าเราใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 12 โวลต์จะบำบัดสารทำงานได้ 11.436 % แต่ถ้าเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็น 24 โวลต์เราจะสามารถบำบัดสารทำงานได้ถึง 24.074 %และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.08 % ดังแสดงในรูปที่ 4.1

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 3.2 การหาปริมาณของตะกั่วเมื่อผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้สังกะสีเป็นขั้วแคโทด (ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด (ขั้วบวก)

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว และผลการบำบัดน้ำที่ผ่านการกำจัดควันตะกั่วด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และแสดงในรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทำการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่วและผลการบำบัดน้ำด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้ สังกะสีเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด (ขั้วบวก)

เมื่อใช้ สังกะสีเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)			
ปริมาณที่ตรวจพบ ก่อนทำการบำบัด (mg/L)	ค่า Voltage (Volt)	ปริมาณที่ตรวจพบ หลังทำการบำบัด (mg/L)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ %
0.402	12	0.366	8.955
0.367	15	0.326	11.172
0.414	18	0.351	15.217
0.520	24	0.412	20.769



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ของ Voltage ที่ให้ในการบำบัดสารทำงาน กับ เปอร์เซ็นต์ที่สามารถบำบัดได้เมื่อใช้แผ่น สังกะสีเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม

มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม

ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.354 กรัม

กลายเป็นควัน 3.333 – 1.354= 1.979 กรัม หรือ 1,979 มิลลิกรัม

สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 0.425 มิลลิกรัม/ลิตร

ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 0.425 x 4 = 1.7มิลลิกรัม

$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1979 – 1.7

= 1977.3 มิลลิกรัม

% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{1.7}{1979}$ = 0.09 %

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 3.2

จากผลการทดลองที่ได้เมื่อเปลี่ยนขั้วของอิเล็กโตรไลต์จากอะลูมิเนียมและเหล็กมาเป็นสังกะสีและเหล็กก็จะพบว่ากระบวนการนี้สามารถบำบัดสารทำงานได้โดยความสามารถในการบำบัดจะขึ้นอยู่กับ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ให้เข้าไปในกระบวนการอิเล็กโตรไลต์โดยถ้าเราเพิ่มแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นความสามารถในการบำบัดสารทำงานก็จะเพิ่มขึ้นด้วยดังที่แสดงในตาราง แสดงผลการทดลองที่ 4.4

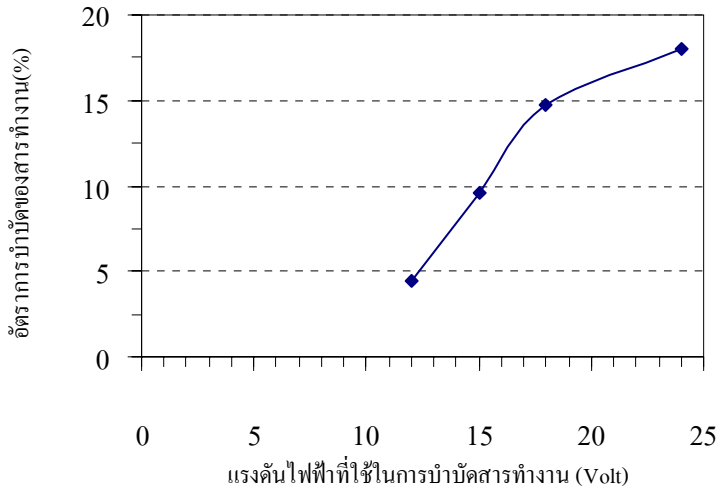
จากการทดลองจะพบว่าถ้าเราใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 12 โวลต์จะบำบัดสารทำงานได้ 8.955 % แต่ถ้าเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็น 24 โวลต์เราจะสามารถบำบัดสารทำงานได้ถึง 20.769 % และเมื่อเปรียบเทียบกับการบำบัดสารทำงานด้วยขั้วแคโทดที่ใช้เป็นอะลูมิเนียม กับสังกะสีที่ 24 โวลต์ พบว่าขั้วแคโทดที่เป็นอะลูมิเนียมสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าขั้วแคโทดที่เป็นสังกะสีเท่ากับ 13.729 %และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.08 % ดังแสดงในรูปที่ 4.2

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 3.3 การหาปริมาณของตะกั่วเมื่อผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้ทองแดงเป็นขั้วแคโทด (ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด (ขั้วบวก)

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว และผลการบำบัดน้ำที่ผ่านการกำจัดควันตะกั่วด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และแสดงในรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทำการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่วและผลการบำบัดน้ำด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้ ทองแดงเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด (ขั้วบวก)

เมื่อใช้ ทองแดงเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)			
ปริมาณที่ตรวจพบ ก่อนทำการบำบัด (mg/L)	ค่า Voltage (Volt)	ปริมาณที่ตรวจพบ หลังทำการบำบัด (mg/L)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ บำบัดได้ %
0.407	12	0.389	4.423
0.394	15	0.356	9.645
0.388	18	0.331	14.691
0.378	24	0.310	17.989



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ของ Voltage ที่ให้ในการบำบัดสารทำงาน กับ เปอร์เซ็นต์ที่สามารถบำบัดได้เมื่อใช้แผ่น ทองแดงเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม
มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม
ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.375 กรัม
กลายเป็นควัน 3.333 – 1.375 = 1.958 กรัม หรือ 1,958 มิลลิกรัม
สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 0.391 มิลลิกรัม/ลิตร
ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 0.391 x 4 = 1.564 มิลลิกรัม
$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1958 – 1.564
= 1956.45 มิลลิกรัม
% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{1.564}{1958} = 0.08\%$

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 3.3

จากผลการทดลองที่ได้เมื่อเปลี่ยนขั้วของอิเล็กโตรไลต์จากอะลูมิเนียมและเหล็กมาเป็นทองแดงและเหล็กก็จะพบว่ากระบวนการนี้สามารถบำบัดสารทำงานได้โดยความสามารถในการบำบัดจะขึ้นอยู่กับ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ให้เข้าไปในกระบวนการอิเล็กโตรไลต์โดยถ้าเราเพิ่มแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นความสามารถในการบำบัดสารทำงานก็จะเพิ่มขึ้นด้วยดังที่แสดงในตาราง แสดงผลการทดลองที่ 4.5

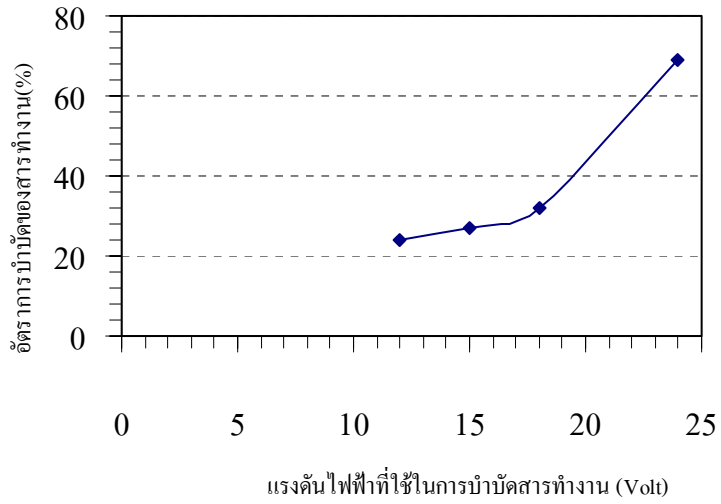
จากการทดลองจะพบว่าถ้าเราใช้แรงดันไฟฟ้าที่ 12 โวลต์จะบำบัดสารทำงานได้ 4.423 % แต่ถ้าเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็น 24 โวลต์เราจะสามารถบำบัดสารทำงานได้ถึง 17.989 % และเมื่อเปรียบเทียบกับการบำบัดสารทำงานด้วยขั้วแคโทดที่ใช้เป็นอะลูมิเนียม กับทองแดงที่ 24 โวลต์ พบว่าขั้วแคโทดที่เป็นอะลูมิเนียมสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าขั้วแคโทดที่เป็นทองแดงเท่ากับ 25.276 % และที่ 24 โวลต์เช่นกันขั้วแคโทดที่เป็นสังกะสีสามารถบำบัดสารทำงานที่ใช้ขั้วแคโทดเป็นทองแดงเท่ากับ 13.729 % และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.08 % ดังแสดงในรูปที่ 4.3

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 4.1 การหาปริมาณของตะกั่วเมื่อผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสโดยการผสมน้ำด้วยกรดซัลฟิวริก เมื่อใช้แผ่นอะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทด (ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด (ขั้วบวก)

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานโดยใช้กรดซัลฟิวริกช่วยในการแตกตัวของน้ำที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว และผลการบำบัดสารทำงานที่ผ่านการกำจัดควันตะกั่วด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และแสดงในรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทำการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่วโดยการผสมกรดซัลฟิวริกลงในสารทำงานและผลการบำบัดน้ำด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้แผ่น อะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

เมื่อใช้แผ่น อะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)			
ปริมาณที่ตรวจพบ ก่อนทำการบำบัด (mg/L)	ค่า Voltage (Volt)	ปริมาณที่ตรวจพบ หลังทำการบำบัด (mg/L)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ %
3.775	12	2.878	23.762
3.980	15	2.915	26.759
3.724	18	2.530	32.062
4.036	24	1.251	69.004



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ของ Voltage ที่ให้ในการบำบัดสารทำงาน กับ เปอร์เซ็นต์ที่สามารถบำบัดได้เมื่อใส่กรดซัลฟิวริกในสารทำงานและใช้อะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม

มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม

ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.363กรัม

กลายเป็นควัน 3.333 – 1.363 = 1.97 กรัม หรือ 1,970 มิลลิกรัม

สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 3.878 มิลลิกรัม/ลิตร

ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 3.878 x 4 = 15.512 มิลลิกรัม

$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1970 – 15.512

= 1954.08 มิลลิกรัม

% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{15.512}{1970}$ = 0.8%

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่4.1

จากผลการทดลองเมื่อใส่กรดซัลฟิวริกลงในสารทำงานเพื่อช่วยให้การแตกตัวของน้ำดีขึ้น จะพบว่าเครื่องกำจัดควันตะกั่วสามารถบำบัดควันได้เพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่เติมกรดซัลฟิวริกในน้ำ และเมื่อทำการบำบัดสารทำงานด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลต์โดยใช้ขั้วอิเล็กโทดเป็นอะลูมิเนียม และเหล็กก็สามารถบำบัดสารทำงานได้ดีขึ้นกว่าการไม่เติมกรดซัลฟิวริกและความสามารถในการบำบัดสารทำงานจะขึ้นอยู่กับ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ให้เข้าไปในกระบวนการอิเล็กโตรไลต์โดย ถ้าเราเพิ่มแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นความสามารถในการบำบัดสารทำงานก็จะเพิ่มขึ้นด้วยดังที่แสดงในตารางผลการทดลองที่ 4.6

เมื่อเปรียบเทียบการบำบัดควันของเครื่องกำจัดควันตะกั่วระหว่างการใช้น้ำเป็นสารบำบัดควันเพียงอย่างเดียวและใช้น้ำผสมกรดซัลฟิวริกเป็นสารบำบัดควันพบว่าการใช้น้ำผสมกรดซัลฟิวริกเป็นสารบำบัดควันสามารถบำบัดควันตะกั่วได้ดีกว่าการใช้น้ำเป็นสารบำบัดควันเพียงอย่างเดียวเท่ากับ 89.826 %และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.8 %

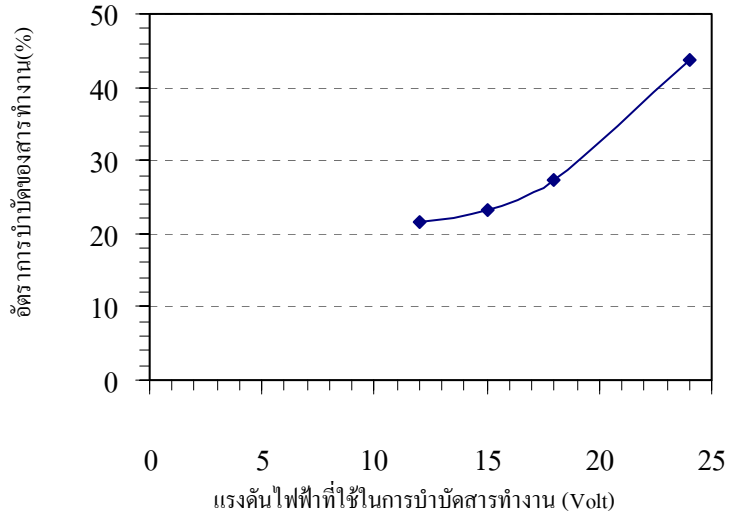
จากการทดลองเปรียบเทียบการบำบัดสารทำงานระหว่างการใช้น้ำเป็นสารทำงานอย่างเดียวและใช้น้ำกับกรดซัลฟิวริกเป็นสารทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ และใช้ขั้วแคโทดเป็นอะลูมิเนียม พบว่าการใช้น้ำผสมกรดซัลฟิวริกเป็นสารทำงานสามารถบำบัดสารทำงานที่ใช้เป็นน้ำเพียงอย่างเดียวเท่ากับ 65.112% ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 4.2 การหาปริมาณของตะกั่วเมื่อผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสโดยการผสมน้ำด้วยกรดซัลฟิวริก เมื่อใช้ สังกะสีเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานโดยใช้กรดซัลฟิวริกช่วยในการแตกตัวของน้ำที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว และผลการบำบัดสารทำงานที่ผ่านการกำจัดควันตะกั่วด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสดังแสดงในตารางที่ 4.7 และแสดงในรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทำการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่วโดยการผสมกรดซัลฟิวริกลงในสารทำงานและผลการบำบัดน้ำด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้ สังกะสีเป็นขั้วแคโทด (ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

เมื่อใช้ สังกะสีเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)			
ปริมาณที่ตรวจพบ ก่อนทำการบำบัด (mg/L)	ค่า Voltage (Volt)	ปริมาณที่ตรวจพบ หลังทำการบำบัด (mg/L)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ %
3.840	12	3.011	21.589
4.060	15	3.120	23.153
3.781	18	2.750	27.268
3.824	24	2.154	43.672



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ของ Voltage ที่ให้ในการบำบัดสารทำงาน กับ เปอร์เซ็นต์ที่สามารถบำบัดได้เมื่อใส่กรดซัลฟิวริกในสารทำงานและใช้สังกะสีเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม

มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม

ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.384 กรัม

กลายเป็นควัน 3.333 – 1.384 = 1.949 กรัม หรือ 1,949 มิลลิกรัม

สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 3.876 มิลลิกรัม/ลิตร

ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 3.876 x 4 = 15.504 มิลลิกรัม

$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1949 – 15.504

= 1933.50 มิลลิกรัม

% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{15.504}{1949}$ = 0.8%

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่4.2

ผลการทดลองที่ได้พบว่าเมื่อทำการบำบัดสารทำงานโดยใช้ขั้วเล็กโทดเป็นสังกะสีและเหล็กก็สามารถบำบัดสารทำงานได้เช่นกันดังที่แสดงในตารางผลการทดลองที่ 4.7

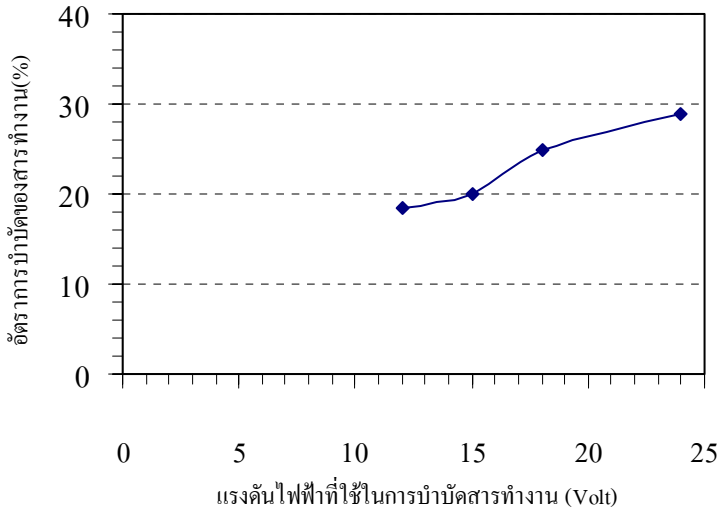
จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบการบำบัดสารทำงานที่ใช้สารทำงานเป็นน้ำผสมกรดซัลฟิวริกที่แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ของขั้วแคโทดที่เป็นอะลูมิเนียมและขั้วแคโทดที่เป็นสังกะสี พบว่าขั้วแคโทดที่เป็นอะลูมิเนียมสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าขั้วแคโทดที่เป็นสังกะสีเท่ากับ 36.711 %และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.08 % ดังแสดงในรูปที่ 4.5

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 4.3 การหาปริมาณของตะกั่วเมื่อผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสโดยการผสมน้ำด้วยกรดซัลฟิวริกเมื่อใช้ ทองแดงเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำประปาภายในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นสารทำงานโดยใช้กรดซัลฟิวริกช่วยในการแตกตัวของน้ำที่ใช้ในการบำบัดควันตะกั่วในเครื่องกำจัดควันตะกั่ว และผลการบำบัดสารทำงานที่ผ่านการกำจัดควันตะกั่วด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และแสดงในรูปที่4.6

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทำการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่วโดยการผสมกรดซัลฟิวริกลงในสารทำงานและผลการบำบัดน้ำด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเมื่อใช้แผ่น ทองแดงเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

เมื่อใช้แผ่น ทองแดงเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)			
ปริมาณที่ตรวจพบ ก่อนทำการบำบัด (mg/L)	ค่า Voltage (Volt)	ปริมาณที่ตรวจพบ หลังทำการบำบัด (mg/L)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ บำบัดได้ %
4.100	12	3.348	18.341
3.754	15	3.006	19.925
3.973	18	2.982	24.943
4.000	24	2.840	29.000



รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ของ Voltage ที่ให้ในการบำบัดสารทำงาน กับ เปอร์เซ็นต์ที่สามารถบำบัดได้เมื่อใส่กรดซัลฟิวริกในสารทำงานและใช้ทองแดงเป็นขั้วแคโทด(ขั้วลบ) และใช้เหล็กเป็นขั้วแอโนด(ขั้วบวก)

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม

มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม

ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.343 กรัม

กลายเป็นควัน 3.333 – 1.343 = 1.99 กรัม หรือ 1,990 มิลลิกรัม

สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 3.956 มิลลิกรัม/ลิตร

ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 3.956 x 4 = 15.82 มิลลิกรัม

$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1999 – 15.82

= 1983.18 มิลลิกรัม

% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{15.82}{1999}$ = 0.8%

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 4.3

ผลการทดลองที่ได้พบว่าเมื่อทำการบำบัดสารทำงานโดยใช้ขั้วเล็กโทดเป็นทองแดงและเหล็กก็สามารถบำบัดสารทำงานได้ดังที่แสดงในตารางผลการทดลองที่ 4.8

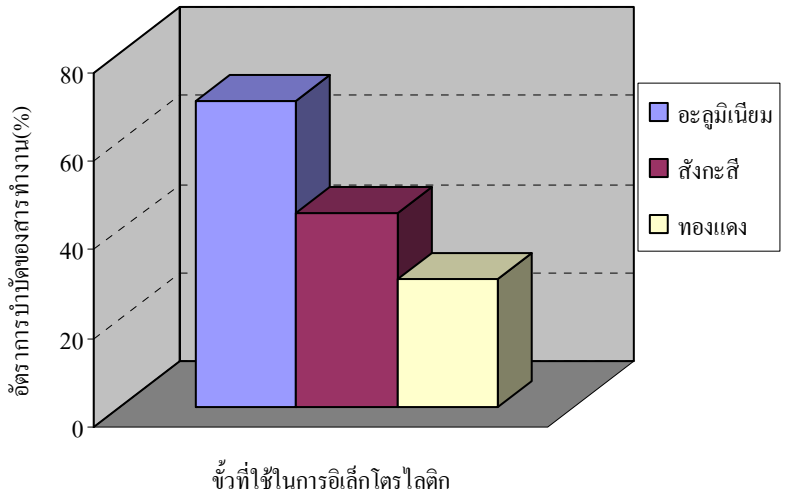
จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบการบำบัดสารทำงานที่ใช้สารทำงานเป็นน้ำผสมกรดซัลฟิวริกที่แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ของขั้วแคโทดที่เป็นอะลูมิเนียมและขั้วแคโทดที่เป็นทองแดง พบว่าขั้วแคโทดที่เป็นอะลูมิเนียมสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าขั้วแคโทดที่เป็นทองแดงเท่ากับ 57.973 % และเมื่อเปรียบเทียบขั้วแคโทดที่ทำด้วยสังกะสีกับทองแดงพบว่าขั้วแคโทดที่เป็นสังกะสีสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าขั้วแคโทดที่เป็นทองแดงเท่ากับ 33.596 %และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.08 % ดังแสดงในรูปที่ 4.6

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 5 การเพิ่มความสามารถในการบำบัดสารทำงานของกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสโดยใช้ขั้วอิเล็กโตรไลต์ 2 ชุด

ผลการทดลองเมื่อทำการเพิ่มความสามารถในการบำบัดสารทำงานด้วยกระบวนการ อิเล็กโตรไลซิส โดยการเพิ่มขั้วอิเล็กโทดเข้าไปอีก 1 ชุดและให้ระยะห่างของทั้งสองชุดเป็น10 เซนติเมตร และ ให้โวลท์เตจแก่ระบบเป็น 24 โวลต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และแสดงในรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการเพิ่มความสามารถในการบำบัดสารทำงานด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส โดยการเพิ่มขั้วอิเล็กโทดเข้าไปอีก 1 ชุด

ชนิดของขั้วแคโทด (ขั้วลบ)	ปริมาณที่ตรวจพบก่อนทำการบำบัด (mg/L)	ปริมาณที่ตรวจพบหลังทำการบำบัด (mg/L)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่บำบัดได้ %
อะลูมิเนียม	3.862	0.438	88.659
สังกะสี	4.008	1.635	59.207
ทองแดง	4.113	2.302	44.031



รูปที่4.7 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการบำบัดสารทำงานของอิเล็กโตรไลซิส เมื่อใช้ขั้วอิเล็กโทด 2 ชุด

การคำนวณหาปริมาณควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้

ตะกั่วที่ขนาด Diameter = 1.2 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 5 กรัม

มีปริมารตะกั่ว 66.67 % คิดเป็นมวลตะกั่ว = 3.333 กรัม

ในการต้มตะกั่วใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ตะกั่วที่เหลือจากการต้ม = 1.353 กรัม

กลายเป็นควัน 3.333 – 1.353= 1.980 กรัม หรือ 1,980 มิลลิกรัม

สารทำงานจับควันตะกั่วได้โดยเฉลี่ย 3.994 มิลลิกรัม/ลิตร

ในน้ำ 4 ลิตร สามารถจับควันได้ 3.994 x 4 = 15.976 มิลลิกรัม

$\therefore$ ปริมาณควันตะกั่วที่ทางออก = 1980 – 15.976

= 1964.02 มิลลิกรัม

% ของควันที่บำบัดได้ $\frac{15.976}{1980} = 0.8\%$

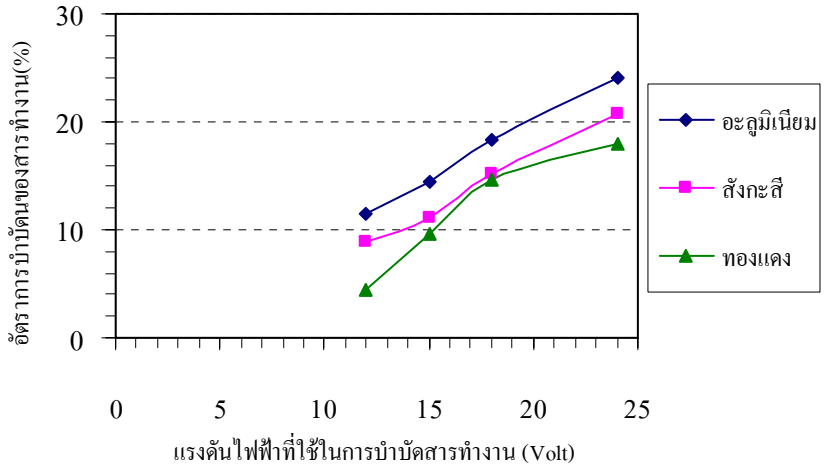
วิเคราะห์ผลการทดลอง ตอนที่ 5

จากผลการทดลองเพิ่มจำนวนขั้วอิเล็กโทดของกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสเข้าไปอีก 1 ชุด และใช้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ พบว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการบำบัดสารทำงานของกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสขึ้นไปได้อีกโดยขั้วแคโทดที่ทำด้วยอะลูมิเนียมมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการบำบัดสารทำงานดังที่แสดงไว้ในรูปที่4.7 ซึ่งจะพบว่าขั้วอิเล็กโทดที่เป็นอะลูมิเนียมมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารทำงานถึง 88.659 % และควันตะกั่วที่สามารถบำบัดได้โดยประมาณมีค่า 0.08 %

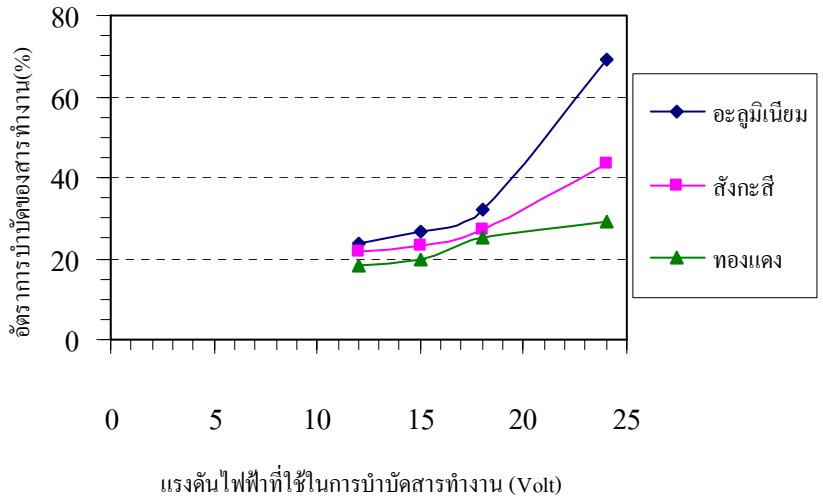
จากตารางผลการทดลองจะได้ว่าเมื่อเราพิจารณาเฉพาะอะลูมิเนียมซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดสารทำงานได้มากที่สุดเมื่อเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ 5 และผลการทดลองที่ 4.1 พบว่าการเมื่อใช้น้ำผสมกรดซัลฟิวริกเป็นสารทำงานและใช้ขั้วอิเล็กโทด 2 ชุดสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าการใช้ขั้วอิเล็กโทดเพียงชุดเดียวเท่ากับ 22.169 %

เมื่อใช้น้ำผสมกรดซัลฟิวริกเป็นสารทำงานและใช้ขั้วอิเล็กโทด 2 ชุดสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าการที่ใช้น้ำเป็นสารทำงานเพียงอย่างเดียวและใช้ใช้ขั้วอิเล็กโทด1 ชุดมีค่าเป็น 72.846 %

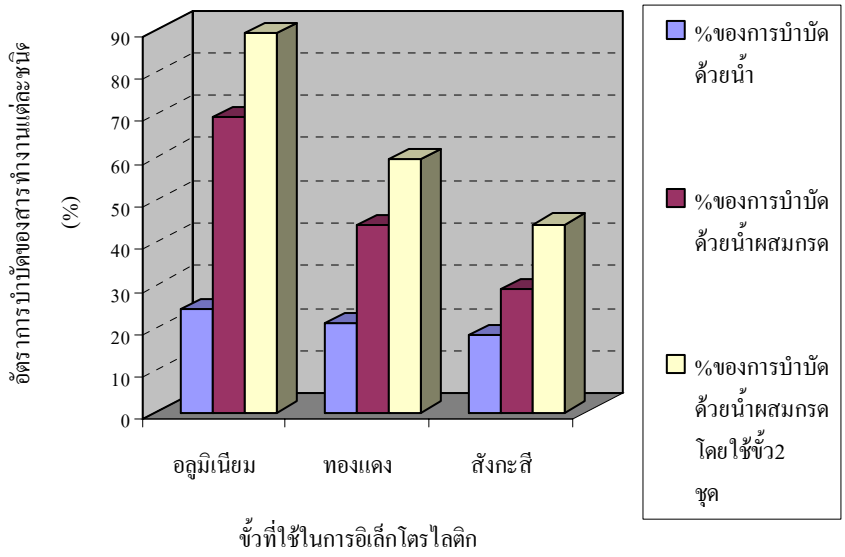
4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง



รูปที่4.8 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการบำบัดสารทำงานของขั้วแต่ละชนิดเมื่อไม่ได้ใส่กรดช่วยในการแตกตัวของสารทำงาน



รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการบำบัดสารทำงานของขั้วแต่ละชนิดเมื่อใส่กรดช่วยในการแตกตัวของสารทำงาน



รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบการบำบัดสารทำงานด้วยวิธีต่างๆ

จากผลการทดลองที่สามารถตรวจวัดได้จะพบว่าเครื่องกำจัดควันตะกั่วสามารถบำบัดควันตะกั่วได้จริงโดยความสามารถในการบำบัดควันตะกั่วจะขึ้นอยู่กับการแตกตัวของน้ำซึ่งนำมาเป็นสารทำงานโดยเหตุที่นำน้ำมาเป็นสารทำงานเนื่องจากว่าเราจะสามารถลดต้นทุนในการลงทุนได้อีกในระดับหนึ่ง โดยค่าเฉลี่ยในการบำบัดควันตะกั่วเมื่อใช้น้ำเป็นสารทำงานจะสามารถบำบัดได้ 0.08 % โดยประมาณ แต่เมื่อใช้สารทำงานเป็นน้ำผสมกรดซัลฟิวริกจะสามารถบำบัดได้ 0.8% มีความสามามารถในการบำบัดโดยใช้น้ำเป็นสารทำงานเพียงอย่างเดียวถึง 10เท่า และเมื่อเราเพิ่มการแตกตัวของน้ำโดยใช้กรดซัลฟิวริกมาช่วยในการแตกตัวของน้ำเป็นสารทำงานในการบำบัดควันตะกั่วซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการบำบัดควันได้จริง ดังแสดงในรูปที่ 4.3

ในส่วนของการบำบัดสารทำงานด้วยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสนั้นการบำบัดสารทำงานโดยใช้อะลูมิเนียมเป็นขั้วแคโทดสามารถบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าการใช้ สังกะสีและทองแดง เป็นขั้วแคโทดและความสามารถในการบำบัดสารทำงานก็เพิ่มขึ้นถ้าเราใส่กรดซัลฟิวริกช่วยในการแตกตัวของสารทำงานและการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้กับกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสก็ทำให้ความสามารถในการบำบัดสารทำงานสูงขึ้นด้วย และการใส่ขั้วอิเล็กโทดเข้าไป 2 ชุดในกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสก็ทำให้ความสามารถในการบำบัดสูงยิ่งขึ้นดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.10 [2],[9]

คำอธิบายเกี่ยวกับความสามารถในการบำบัดสารทำงานของขั้วแคโทดทั้ง 3 ขั้วคือ จากค่า Standard Reduction Potentials ที่ 25 C° (รูปที่ ผ-5)

$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s) \qquad E° = -1.66V$

เมื่อขั้วแคโทดเกิดการจ่ายอิเล็กตรอนจะทำให้ปฏิกิริยากลับข้างเป็น

$Al(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^- \qquad E° = 1.66V$

และจะมีประจุของตะกั่วมารับอิเล็กตรอนดังนี้

$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$

ตะกั่วที่จับอิเล็กตรอนแล้วจะไปเกาะที่ขั้วของเหล็กซึ่งเป็นตัวเหนี่ยวนำ และ

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s) \qquad E° = -0.76V$

เมื่อขั้วแคโทดเกิดการจ่ายอิเล็กตรอนจะทำให้ปฏิกิริยากลับข้างเป็น

$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^- \qquad E° = 0.76V$

และจะมีประจุของตะกั่วมารับอิเล็กตรอนดังนี้

$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$

ตะกั่วที่จับอิเล็กตรอนแล้วจะไปเกาะที่ขั้วของเหล็กซึ่งเป็นตัวเหนี่ยวนำ และ

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s) \qquad E° = 0.34V$

เมื่อขั้วแคโทดเกิดการจ่ายอิเล็กตรอนจะทำให้ปฏิกิริยากลับข้างเป็น

$Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^- \qquad E° = -0.34V$

และจะมีประจุของตะกั่วมารับอิเล็กตรอนดังนี้

$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$

ตะกั่วที่จับอิเล็กตรอนแล้วจะไปเกาะที่ขั้วของเหล็กซึ่งเป็นตัวเหนี่ยวนำ

จากทฤษฎีพบว่าขั้วแคโทดที่มีค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานสูงกว่าจะมีความสามารถในการจ่ายอิเล็กตรอนได้ดีกว่าขั้วแคโทดที่มีค่าค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานต่ำกว่าที่แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน(แต่ต้องมากกว่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานในรูปที่ ผ-5)

ซึ่งเราจะพบว่าอะลูมิเนียมมีค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานสูงกว่าขั้วแคโทดชนิดอื่นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้อะลูมิเนียมบำบัดสารทำงานได้ดีกว่าขั้วชนิดอื่นที่ใช้ในการทดลอง

หมายเหตุ ค่าปริมาณการจับควันตะกั่วของเครื่องกำจัดควันตะกั่วและค่าปริมาณการบำบัดสารทำงานของกระบวนการอิเล็กโตรไลซิสยังไม่ได้คูณค่าตัวแปรที่ได้ทำการ digest สารทำงานจากที่เรานำสารทำงานมา 500 ml เพื่อทำการ digest ให้เหลือปริมาณสารทำงานเพียง 50 ml เพื่อทำการวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorbtion