ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249161

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยเรื่อง
การศึกษาแนวทางการกำจัดก๊าซพิษจากน้ำเสียน้ำยางข้น
ด้วยเทคนิคพลาสมาเคมี
(Study of Toxic Gas Removal from Concentrated Rubber Latex Wastewater by Chemical Plasma Technique)

คณะผู้วิจัย
รองศาสตราจารย์ ดร.สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล
รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2551

b00254309

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

249161

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง

การศึกษาแนวทางการกำจัดก๊าซพิษจากน้ำเสียน้ำยางข้น ด้วยเทคนิคพลาสมาเคมี

(Study of Toxic Gas Removal from Concentrated Rubber Latex Wastewater by Chemical Plasma Technique)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

คณะผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล

รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2551

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่ได้สนับสนุนและให้ทุนงบประมาณแผ่นดินแบบทั่วไป อุดหนุนการทำโครงการวิจัยนี้ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการดำเนินโครงการวิจัย และสุดท้ายขอขอบคุณนางสาวจุฑารัตน์ ทะสะระ นางสาวสุดาวัลย์ ดำหนก นายภูริ กาลเนาวกุล นายอนุรักษ์ ธรรมชาติ และนายนายปุรินทร จันทร์เลิศ นักศึกษาภาควิชาฟิสิกส์ และบุคลากรห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

249161

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างและทดสอบเครื่องพลาสมาโอโซไนเซชันสำหรับการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางธรรมชาติได้แก่ น้ำทิ้งจากสหกรณ์ทำยางแผ่นและน้ำเสียจากการผลิตน้ำยางข้น และเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีอัลตราไวโอเลตของก๊าซที่ผ่านกระบวนการบำบัดภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ เปรียบเทียบกับก๊าซที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการบำบัดด้วยกระบวนการโอโซเนชัน ผลการทดลอง พบว่า ระบบพลาสมาโอโซเนชัน สามารถลดปริมาณก๊าซ NO_2 ขณะที่ปริมาณก๊าซ SO_2 ที่เกิดจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ผลการทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่า งานวิจัยนี้สามารถสร้างและทดสอบเครื่องผลิตก๊าซโอโซนด้วยเทคนิคพลาสมาดิสชาร์จไฟฟ้าแบบไซเลนท์ได้ และสามารถพัฒนาระบบตรวจสอบก๊าซโอโซนเชิงทัศน์ได้เอง อย่างไรก็ดีในการลดปริมาณก๊าซพิษของ NO_2 สามารถทำได้ด้วยเทคนิคพลาสมาเคมีนี้ ขณะที่การลดลงปริมาณของกลุ่มก๊าซ SO_2 และ H_2S จำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป

Abstract

249161

The main purposes of this project were to feasibility study of toxic gas treatment of rubber sheet product wastewater and concentrated rubber latex wastewater using plasma ozonation and to study change of UV relative intensity passing though toxic gaseous species before and after treatment by ozone. The results showed that plasma ozonation system had a high efficient NO_2 removal whilst the SO_2 reduction was slightly decomposed by ozonaton. Thus design and construction of plasma ozonizer using silent electrical discharges and the development of ozone determination by optical spectroscopy can be achieved. However, NO_2 removal has been effective operated by this plasma chemistry technique but the SO_2 and H_2S removal from toxic gas of rubber latex waste water need to be more concerned in the future work.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
รายการตาราง	ช
รายการภาพประกอบ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1-1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1-4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1-4
บทที่ 2 ทฤษฎีและสำรวจเอกสาร	
2.1 พลาสมาและดิสชาร์จไฟฟ้า	2-1
2.2 ดิสชาร์จไฟฟ้าแบบโคโรนา	2-2
2.3 การประยุกต์ใช้โอโซน	2-3
2.4 น้ำยางธรรมชาติ	2-7
2.5 การผลิตน้ำยางข้น	2-8
2.6 การผลิตยางแท่งโดยใช้หางน้ำยางจากน้ำทิ้ง	2-10
2.7 น้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำยางข้น	2-11
2.8 ก๊าซมีกลิ่นและก๊าซที่เป็นมลพิษ	2-12
2.8.1 ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	2-12
2.8.2 ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	2-12
2.9 การดูดกลืนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	2-13
2.10 ค่ากำหนดมาตรฐานสุขภาพ	2-14
2.11 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดโอโซน	2-15

สารบัญ

หน้า

2.12 หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสสลับ 2-16

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการ

3.1 วัสดุอุปกรณ์ 3-1

3.1.1อุปกรณ์ที่ใช้ในการลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเพื่อป้อนเป็นอากาศขาเข้าเซลล์โอโซไนเซอร์ 3-1

3.1.2 การหาคว่ามเข้มแสงสัมพัทธ์จากหลอดดิวทิเรียมในช่วงความยาวคลื่น 200 ถึง400 nm 3-1

3.1.3 การออกแบบท่อผ่านก๊าซสำหรับตรวจหาความเข้มแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และท่อบำบัดก๊าซด้วยโอโซน 3-2

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง 3-3

3.2.1 การหาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม และที่ผ่านเครื่องกรองอากาศแห้ง 3-3

3.2.2 การหาความสัมพันธ์การปรับเทียบไฟฟ้าจากตัวปรับค่าความต่างศักย์ 0 - 240 โวลต์ แปลงเป็นศักย์ไฟฟ้าแรงสูง 3-5

3.2.3 การหาความเข้มแสงของหลอดดิวทิเรียมที่ช่วงความยาวคลื่น 200- 400 นาโนเมตร 3-7

3.2.4 การเก็บก๊าซตัวอย่างเพื่อหาชนิดของก๊าซจากน้ำล้างยางก่อน-หลังการบำบัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี 3-9

3.2.5 การวัดปริมาณก๊าซเสียที่ผ่านการบำบัดด้วยก๊าซโอโซนด้วยเทคนิคการเชิงทัศน์ 3-10

3.2.6 การทดลองการกำจัดก๊าซเสียจากน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นด้วยโอโซน 3-10

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 4-1

4.1 ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของระบบผลิตก๊าซโอโซน 4-1

4.1.1 การหาปริมาณค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อมและที่ผ่านเครื่องดูดความชื้น 4-1

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2 การหาค่าสเปกตรัมความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับตรวจวัดการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์ 4-4
4.1.3 การตรวจสอบการบำบัดก๊าซเสียด้วยก๊าซโอโซนโดยวิธีเชิงทัศน์: ปัจจัยของเวลาโอโซเนชันกับค่าการดูดกลืนความเข้มแสงสัมพัทธ์ที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 kVac 4-5
4.1.4 การตรวจสอบการบำบัดก๊าซเสียด้วยก๊าซโอโซนโดยวิธีเชิงทัศน์: ปัจจัยของเวลาโอโซเนชันกับค่าการดูดกลืนความเข้มแสงสัมพัทธ์ที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 10 kVac 4-9
4.1.5 การตรวจสอบการบำบัดก๊าซเสียด้วยก๊าซโอโซนโดยวิธีเชิงทัศน์: ปัจจัยของเวลาโอโซเนชันกับค่าการดูดกลืนความเข้มแสงสัมพัทธ์ที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 11 kVac 4-10
4.2 ความเข้มรังสีสัมพัทธ์ที่ถูกดูดกลืนเมื่อมีก๊าซเสียจากน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นที่ค่าความยาวคลื่นต่างๆ 4-12
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นแสงที่ถูกดูดกลืนของก๊าซเสียจากน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบหลังบำบัดด้วยโอโซน 4-15
4.4 กราฟเปรียบเทียบความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับศักย์ไฟฟ้าที่ป้อนให้โอโซไนเซอร์เมื่อผ่านโอโซนและหลังบำบัดก๊าซจากน้ำล้างยางด้วยโอโซน 4-21
4.5 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองการเก็บก๊าซตัวอย่างเพื่อหาชนิดของก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี 4-25
4.6 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองการเก็บก๊าซตัวอย่างเพื่อหาชนิดของก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี 4-29

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 5-1
เอกสารอ้างอิง อ-1
ภาคผนวก ผ-1

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เงื่อนไขและสภาวะของการเกิดดิสชาร์จไฟฟ้าแบบไซเลนท์	2-2
2.2	เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการกำจัดมลพิษในอากาศ	2-6
2.3	ปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบอนินทรีย์โดยการใช้โอโซน	2-7
2.4	ส่วนประกอบของน้ำยาง	2-7
4.1	ปริมาณความเข้มข้นของโอโซนภายใต้สภาวะดิสชาร์จในช่วง 40-80 นาที ที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 9-11 kV และที่อัตราการไหลของอากาศ 8 l/min	4-12
4.2	ค่าการดูดกลืนรังสีสัมพัทธ์ที่ค่าเวลาดิสชาร์จและศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ ในช่วง 40-80 นาที และ 9-11 kV_{ac} ตามลำดับ	4-23
4.3	ค่าการดูดกลืนรังสีสัมพัทธ์ของการบำบัดก๊าซจากน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบ ด้วยโอโซนที่ค่าเวลาดิสชาร์จและศักย์ไฟฟ้า กระแสสลับในช่วง 40-80 นาที และ 9-11 kV_{ac} ตามลำดับ	4-24
4.4	ค่าตัวแปรจากโครมาโทแกรมของสารมาตรฐาน O_2, N_2, CH_4, CO_2	4-26
4.5	ค่าตัวแปรจากโครมาโทแกรมของสารตัวอย่าง ก๊าซเสียจากน้ำล้างยาง	4-27
4.6	ค่าตัวแปรจากโครมาโทแกรมของสารตัวอย่าง ก๊าซเสียจากน้ำล้างยาง	4-28
4.7	ชนิดของก๊าซกับร้อยละอัตราส่วนก๊าซของสารตัวอย่าง ก๊าซเสียจากน้ำล้างยาง	4-28
4.8	ผลการทดลองการบำบัดก๊าซเสียจากน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น ที่อัตราการป้อนก๊าซโอโซน 0.25 l/min	4-29
4.9	ผลการทดลองการบำบัดก๊าซเสียจากน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น ที่อัตราการป้อนก๊าซโอโซน 0.5 l/min	4-30
4.10	ผลการทดลองการบำบัดก๊าซเสียจากน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น ที่อัตราการป้อนก๊าซโอโซน 1.0 l/min	4-30

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่		หน้า
2.1	พลังงานศักย์ของออกซิเจน	2-3
2.2	โครงสร้างโมเลกุลของก๊าซโอโซน	2-5
2.3	กระบวนการเกิดโอโซน	2-6
2.4	ขั้นตอนการผลิตและน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น และยางสกิม	2-10
2.5	โครงสร้างโมเลกุลของ H_2S	2-12
2.6	ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์	2-13
2.7	ลักษณะการดูดกลืนพลังงานแสงของอะตอม	2-14
2.8	สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงที่ตามองเห็น	2-14
2.9	หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดโอโซนที่มีการดิสชาร์จแบบไดอิเล็กตริก	2-15
2.10	โครงสร้างของเครื่องกำเนิดโอโซน	2-16
2.11	วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสสลับที่ใช้ในการทดลอง	2-17
3.1	การออกแบบท่อผ่านก๊าซ	3-2
3.2	ท่อบำบัดก๊าซ	3-2
3.3	การหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม และอากาศที่ผ่านจากเครื่องกรองอากาศแห้ง, ความเร็วลม 0.5 m/s เป็นเวลา 50 นาที	3-4
3.4	การหาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม และอากาศที่ผ่านจากเครื่องกรองอากาศแห้ง	3-4
3.5	การจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบอุปกรณ์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้าแรงสูง 6015A	3-6
3.6	แผนภาพวงจรไฟฟ้าสมมูลเพื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าแรงสูง จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงขนาด 0-15 kVac	3-6
3.7	การหาความเข้มแสงของหลอดดิวทิเรียมเมื่อผ่านท่อที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางหลังบำบัดด้วยก๊าซโอโซน	3-8
3.8	แผนภาพการหาความเข้มรังสีสัมพัทธ์ของหลอดดิวทิเรียมเมื่อผ่านท่อผสมก๊าซจากน้ำล้างยางก่อนและหลังบำบัดด้วยก๊าซโอโซน	3-8
3.9	แผนภาพการต่อระบบโอโซไนเซชันเพื่อการทดสอบการบำบัดก๊าซที่ปล่อยออกจากน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น	3-11

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ **หน้า**

3.10 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณก๊าซยี่ห้อ Testo รุ่น 350-XL 3-11

4.1 ท่อดูดซับความชื้น สามารถเลือกใส่สารดูดซับความชื้นได้หลายชนิด โดยเปลี่ยนขนาดของตะแกรงรองรับภายใน 4-2

4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งของอากาศแวดล้อม ก่อนและหลังผ่านการดูดซับความชื้นด้วยซิลิกาเจล ที่อัตราการไหลของอากาศ 0.5 m/s 4-2

4.3 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) กับเวลา (นาที) ของอากาศแวดล้อม และอากาศแห้งหลังผ่านท่อดูดซับความชื้น 4-3

4.4 ความสัมพันธ์ของค่าปรับเทียบไฟฟ้าจากตัวปรับค่าความต่างศักย์ 0-240 V กับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าแรงสูงในช่วง 2-12 kV_{ac} 4-4

4.5 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลตที่สแกนจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านก๊าซโอโซนที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 kVac เป็นเวลานาน 80 วินาที 4-5

4.6 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลตที่สแกนจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านก๊าซที่เกิดจากน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบที่ผ่านการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 kVac เป็นเวลา 40 วินาที 4-7

4.7 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลตที่สแกนจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านก๊าซที่เกิดจากน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบที่ผ่านการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 kVac เป็นเวลา 60 วินาที 4-7

4.8 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลตที่สแกนจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านก๊าซที่เกิดจากน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบที่ผ่านการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 kVac เป็นเวลา 80 วินาที 4-8

4.9 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลตที่สแกนจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านก๊าซที่เกิดจากน้ำทิ้งจากการทำยางแผ่นดิบที่ผ่านการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 kVac เป็นเวลา 40 60 และ 80 วินาที 4-8

4.10 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลตจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านโอโซนที่ศักย์สูง 10 kVac เวลา 40 60 และ 80 วินาที 4-9

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ **หน้า**

4.11 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านโอโซนที่ความต่างศักย์สูง 11 kVac เป็นเวลา 40 วินาที 4-10

4.12 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านโอโซนที่ความต่างศักย์สูง 11 kVac เป็นเวลา 60 วินาที 4-10

4.13 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านโอโซนที่ความต่างศักย์สูง 11 kVac เป็นเวลา 80 วินาที 4-11

4.14 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านโอโซนที่ 11 kVac เป็นเวลา 40 60 และ 80 วินาที 4-11

4.15 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมที่ถูกดูดกลืนจากก๊าซเสียของน้ำล้างยางแผ่นเป็นเวลา 40 วินาที 4-13

4.16 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมที่ถูกดูดกลืนจากก๊าซเสียของน้ำล้างยางแผ่นเป็นเวลา 60 วินาที 4-13

4.17 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมที่ถูกดูดกลืนจากก๊าซเสียของน้ำล้างยางแผ่นเป็นเวลา 80 วินาที 4-14

4.18 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมที่ถูกดูดกลืนจากก๊าซเสียของน้ำล้างยางแผ่นเป็นเวลา เป็นเวลา 40 60 และ 80 วินาที 4-14

4.19 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจาก หลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการ บำบัดด้วยโอโซนที่ 9 kVac ที่ 40 วินาที 4-15

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ | **หน้า**

4.20 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ 9 kVac ที่ 60 วินาที 4-15

4.21 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 9 kVac เป็นเวลา 80 วินาที 4-16

4.22 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ 9 kVac เป็นเวลา 40 60 และ 80 วินาที 4-16

4.23 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 10 kVac เป็นเวลา 40 วินาที 4-17

4.24 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 10 kVac เป็นเวลา 60 วินาที 4-17

4.25 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 10 kVac เป็นเวลา 80 วินาที 4-18

4.26 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 10 kVac เป็นเวลา 40 60 และ 80 วินาที 4-18

4.27 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 11 kVac เป็นเวลา 40 วินาที 4-19

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

4.28 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 11 kVac เป็นเวลา 60 วินาที 4-19

4.29 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 11 kVac เป็นเวลา 80 วินาที 4-20

4.30 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมหลังผ่านท่อก๊าซที่ผ่านก๊าซจากน้ำล้างยางแผ่นหลังการบำบัดด้วยโอโซนที่ความต่างสูง 11 kVac เป็นเวลา 40 60 และ 80 วินาที 4-20

4.31 ค่าการดูดกลืนความเข้มรังสีสัมพัทธ์กับค่าความยาวคลื่นของแสงจากหลอดดิวทิเรียมให้โอโซไนเซอร์เมื่อผ่านโอโซนและหลังบำบัดก๊าซจากน้ำล้างยางด้วยโอโซน 9 10 และ 11 kV_{ac} เป็นเวลา 40 วินาที 4.21

4.32 กราฟเปรียบเทียบความเข้มแสงกับศักย์ไฟฟ้าที่ป้อนให้โอโซไนเซอร์เมื่อผ่านโอโซน และหลังบำบัดก๊าซจากน้ำล้างยางด้วยโอโซน 9 10 และ 11 kV_{ac} เป็นเวลา 80 วินาที 4-21

4.33 กราฟเปรียบเทียบความเข้มแสงกับศักย์ไฟฟ้าที่ป้อนให้โอโซไนเซอร์เมื่อผ่านโอโซนและหลังบำบัดก๊าซจากน้ำล้างยางด้วยโอโซน 9 10 และ 11 kV_{ac} เป็นเวลา 80 วินาที 4-22

4.34 โครมาโทแกรมของสารมาตรฐาน O_2, N_2, CH_4, CO_2 4-25

4.35 โครมาโทแกรมของสารตัวอย่าง ก๊าซเสียจากน้ำล้างยาง 4-26

4.36 โครมาโทแกรมของสารตัวอย่าง ก๊าซเสียจากน้ำล้างยาง 4-27