

บทที่ 4

การทดสอบการเดินเครื่องและผลการทดสอบ



หลังจากการออกแบบและติดตั้ง Wet scrubber ได้ทำการทดสอบการเดินเครื่องที่สภาวะต่างๆ ในบทนี้จะบรรยายละเอียดวิธีการทดสอบและผลการทดสอบ ตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้น

4.1 การทดสอบการเดินเครื่อง

หลังจากการติดตั้ง ได้ทดลองเดินเครื่อง โดยทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในหลายๆส่วนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย ระบบท่อน้ำและการจ่ายน้ำ ระบบควบคุมความดันและอัตราการไหลของน้ำเข้าระบบ พัดลมเป่าอากาศ เป็นต้น ปรากฏว่า ไม่มีปัญหา สามารถทำงานสอดคล้องกันเป็นอย่างดี หลังจากนั้น จึงได้พิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องที่ภาระบรรทุกต่างๆ และวัดตัวแปรตามที่เกี่ยวข้อง

4.1.1 การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองจะต้องให้สอดคล้องกับปริมาณ สภาวะ และคุณสมบัติของฝุ่น ซึ่งจะแปรตามอัตราการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ โดยได้แปรผันอัตราการผลิตไอน้ำในช่วงการทำงานที่เป็นไปได้ คือ 90-250 ตัน/ช.ม. แปรอัตราการไหลของน้ำ 55-250 ลบ.ม./ช.ม. เพื่อหาสภาวะการเก็บฝุ่นที่เหมาะสม ทำการตรวจสอบคุณสมบัติของก๊าซหลังผ่านการบำบัดที่แต่ละสภาวะดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการออกแบบการทดลอง

| สภาวะการทดลอง (ตัวแปรต้น) | | พารามิเตอร์ ที่ตรวจสอบ |
|------------------------------|--------------------------------|---|
| อัตราการผลิตไอน้ำ(ตัน /ช.ม.) | อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม./ช.ม.) | |
| 90-100 | 55 | ก๊าซ อุณหภูมิ แรงดันลด (ΔP) ความหนาแน่น ของอนุภาคฝุ่น (TSP) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) |
| | 70 | |
| | 100 | |
| | 120 | |
| | 140 | |
| | 160 | |

ตารางที่ 4.1 แสดงการออกแบบการทดลอง (ต่อ)

| สภาวะการทดลอง (ตัวแปรต้น) | | พารามิเตอร์ ที่ตรวจสอบ |
|-------------------------------|--------------------------------|--|
| อัตราการผลิตไอน้ำ (ตัน./ช.ม.) | อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม./ช.ม.) | |
| 150-160 | 55 | ซัลเฟอร์ได ออกไซด์ (SO ₂) ไนโตรเจนได ออกไซด์ (NO ₂) น้ำ ของแข็งแขวน ลอย (SS) pH |
| | 70 | |
| | 100 | |
| | 120 | |
| | 140 | |
| | 160 | |
| | 200 | |
| 240-250 | 55 | |
| | 70 | |
| | 100 | |
| | 120 | |
| | 140 | |
| | 160 | |
| | 200 | |

4.1.2 วิธีการทดลอง

โดยปกติ จะมีการเดินเครื่องหม้อไอน้ำที่อัตราการใช้งานต่างๆ การเปลี่ยนแปลงขึ้นกับปริมาณการผลิตที่ต้องการ ในการทดลอง จึงได้ลองแปรอัตราการไหลของน้ำเข้า เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก ในแต่ละภาระการผลิต และเก็บตัวอย่างน้ำและอากาศเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติหลังผ่านการบำบัด โดยมีลำดับขั้นตอนในการทดสอบต่อไปนี้

ก.ปี พ.ศ.2541/ พ.ศ.2542 หลังจากที่เรารู้ได้ทำการก่อสร้าง เครื่องดักฝุ่นแบบเปียกแล้ว เราก็ได้มีการเดินเครื่อง และเริ่มเก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้

ก-1. เดือน ธันวาคม พ.ศ.2541 เก็บตัวอย่างที่อัตราการผลิตไอน้ำ เท่ากับ 240 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง และแปรอัตราการฉีดพ่นน้ำดังนี้ 55, 70,100,120,140,200 ลบ.ม./ช.ม.

ก-2. เดือน มกราคม พ.ศ.2542 เก็บตัวอย่างที่อัตราการผลิตไอน้ำเท่ากับ 150-160 ตัน ไอน้ำต่อชั่วโมง และแปรอัตราการฉีดพ่นน้ำดังนี้ 55, 70,100,120,140,200 ลบ.ม./ช.ม.

ก-2. เดือน มกราคม พ.ศ.2542 เก็บตัวอย่างที่อัตราการผลิตไอน้ำเท่ากับ 150-160 ตัน ไอน้ำต่อชั่วโมง และแปรอัตราการฉีดพ่นน้ำดังนี้ 55, 70,100,120,140,200 ลบ.ม./ช.ม.

ก-3. เดือน เมษายน พ.ศ.2542 เก็บตัวอย่างที่อัตราการผลิตไอน้ำเท่ากับ 120-130 ตัน ไอน้ำต่อชั่วโมง และแปรอัตราการฉีดพ่นน้ำดังนี้ 55, 70,100,120,140,200 ลบ.ม./ช.ม.

ข.ปี พ.ศ.2542/ พ.ศ.2543 หลังจากที่เรารู้ว่าได้ปรับปรุงเครื่องดักฝุ่นแบบเปียก โดยเจาะช่องว่าง แผ่นปะทะเพิ่มจาก ที่ออกแบบไว้ 24 ม² เป็น 48 ม² แล้วทางโรงงานได้เปิดฤดูกาลผลิตใหม่ เราได้ทำการเก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้

ข-1 . เดือน ธันวาคม พ.ศ.2543 เก็บตัวอย่างที่อัตราการผลิตไอน้ำ เท่ากับ 240 ตัน ไอน้ำต่อชั่วโมง และแปรอัตราการฉีดพ่นน้ำเป็น 55, 70,100,120,140,200 ลบ.ม./ช.ม

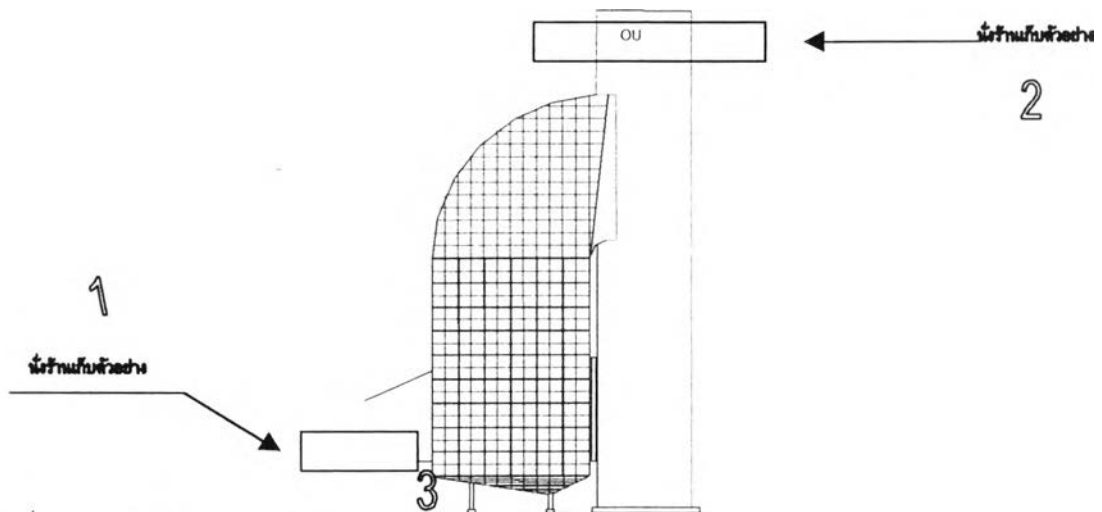
ข-2. เดือน มกราคม พ.ศ.2543 เก็บตัวอย่างที่อัตราการผลิตไอน้ำเท่ากับ 150-160 ตัน ไอน้ำต่อชั่วโมง และแปรอัตราการฉีดพ่นน้ำเป็น 55, 70,100,120,140,200 ลบ.ม./ช.ม

ข-3. เดือน เมษายน พ.ศ.2543 เก็บตัวอย่างที่อัตราการผลิตไอน้ำเท่ากับ 120-130 ตัน ไอน้ำต่อชั่วโมง และแปรอัตราการฉีดพ่นน้ำเป็น 55, 70,140,100,120,200 ลบ.ม./ช.ม

4.2 การเก็บตัวอย่างและการตรวจวัด

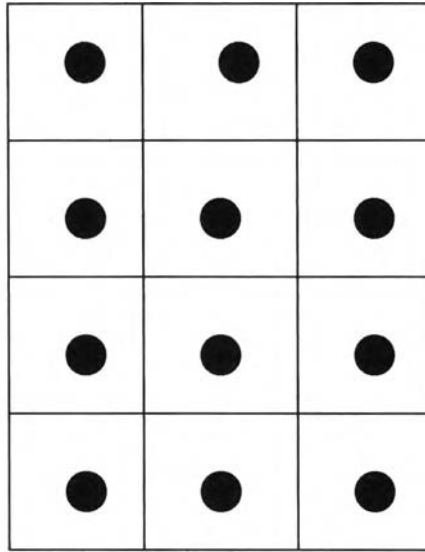
การเตรียมตำแหน่งในการเก็บตัวอย่าง โดยเราแบ่ง ออกเป็น 3 กรณี คือ

ก.ตำแหน่งสำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซเสีย ทางด้านก่อนเข้าเครื่องกำจัดฝุ่น และทางด้านออกจากเครื่องกำจัดฝุ่นทำเป็นนั่งร้านที่มีความปลอดภัยพอสมควรและบันไดเวียนที่สามารถขึ้นลงได้สะดวกและติดตั้งรอกสำหรับยกอุปกรณ์ตรวจวัดขึ้นลงได้ ภาพแสดงตำแหน่งดังรูปที่ 4.1



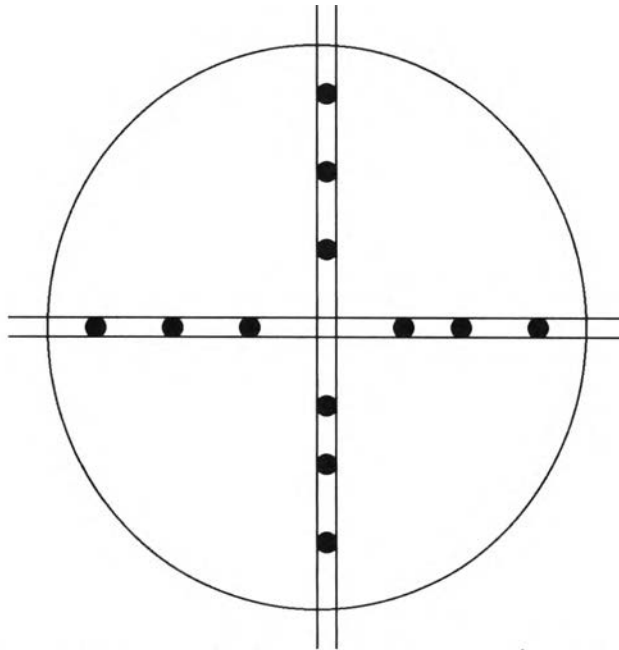
รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่าง

ข. จำนวนจุดเก็บตัวอย่างทางด้านเข้าเครื่องกำจัดอนุภาคเราจะแบ่งพื้นที่หน้าตัดออกเป็น 12 จุดดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 พื้นที่หน้าตัดแสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างทางด้านเข้าเครื่องกำจัด

ค. จำนวนจุดเก็บตัวอย่างทางด้านออกจากเครื่องกำจัดอนุภาคเราจะแบ่งพื้นที่หน้าตัดออกเป็น 12 จุดดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 พื้นที่หน้าตัดแสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างทางด้านออกเครื่องกำจัด

การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ น้ำจะไหลออกจากเครื่องกำจัดที่ตำแหน่งหมายเลข 3 ดังรูปที่ 4.1 ส่วนคุณภาพน้ำเข้าเครื่องกำจัดฝุ่นเราจะเปิดน้ำเก็บตัวอย่างที่วาล์วระบายตะกอนสะสมที่ท่อฉีดพ่นน้ำของเครื่องกำจัดฝุ่น

การเก็บข้อมูลสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ โดยเก็บข้อมูลที่ห้องควบคุมหม้อไอน้ำซึ่งจะแสดงค่าต่างๆที่แผงควบคุมและบันทึกข้อมูล

ลำดับขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงตามสภาวะการจ่ายไอน้ำของหม้อไอน้ำดังนี้

ก.สภาวะการจ่ายไอน้ำ 90-100 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง

ข.สภาวะการจ่ายไอน้ำ 150-160 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง

ค. สภาวะการจ่ายไอน้ำ 230-240 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง

โดยในแต่ละสภาวะของการจ่ายไอน้ำจะมีการปรับอัตราการไหลของน้ำที่มาฉีดพ่นที่เครื่องกำจัดฝุ่น ดังนี้ 55,70,100,120,140,160,200 ลบ.ม. ต่อ ชั่วโมง แล้วทำการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างดังนี้

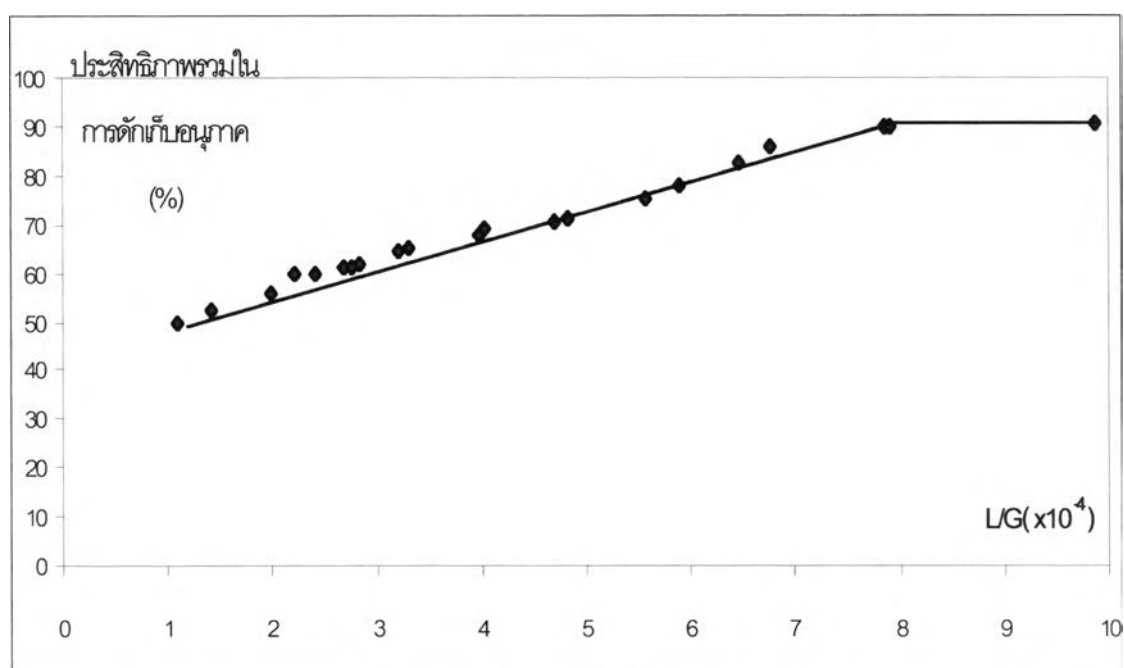
1. ตรวจวัดความดันบรรยากาศ และอุณหภูมิบรรยากาศ
2. วัดความเร็วลมและความดันทางด้านท่อด้านแก๊สเสียไหลเข้าเครื่องกำจัดอนุภาค ดังในรูปที่ ตำแหน่งหมายเลข 1
3. วัดความเร็วลมและความดันทางด้านปล่องด้านแก๊สเสียไหลออกเครื่องกำจัดอนุภาค ดังในรูปที่ ตำแหน่งหมายเลข 2
4. วัดความเข้มข้นของฝุ่น ,คาร์บอนไดออกไซด์,ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ ที่ตำแหน่ง หมายเลข 1 และ 2 ในเวลาเดียวกันที่จำนวน 12 ตัวอย่างตัวอย่างประมาณ 5 นาที
5. เก็บตัวอย่างน้ำเข้าและออกจากเครื่องกำจัดทุก 10 นาทีเป็นจำนวน 6 ตัวอย่างส่งวิเคราะห์ค่า TSS (Total Suspension solid)
6. บันทึกสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำจากแผงควบคุมหม้อไอน้ำที่ห้องควบคุมหม้อไอน้ำซึ่งจะได้ข้อมูลความดันที่จุดต่างๆและความเร็วรอบการหมุนของพัดลมดูด เป็นต้น
7. หลังจากนั้นเราก็ทำความสะอาดชุดตรวจวัดและเก็บตัวอย่างและเตรียมพร้อมสำหรับการทำตรวจวัดที่สภาวะอัตราการไหลของน้ำและอัตราการจ่ายไอน้ำของหม้อไอน้ำนั้นๆ ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยมีวิธีการเหมือนกับข้อ 1-6
8. จากนั้นเราก็ปรับอัตราการไหลของน้ำใหม่และทำการตรวจวัดตามข้อ 1-7

4.3 ผลการทดสอบที่ภาวะก่อนการปรับปรุง(ช่องว่างแผ่นปะทะเท่ากับ 24 m^2)

4.3.1 ผลการทดลอง ในส่วนของประสิทธิภาพการดักเก็บอนุภาค

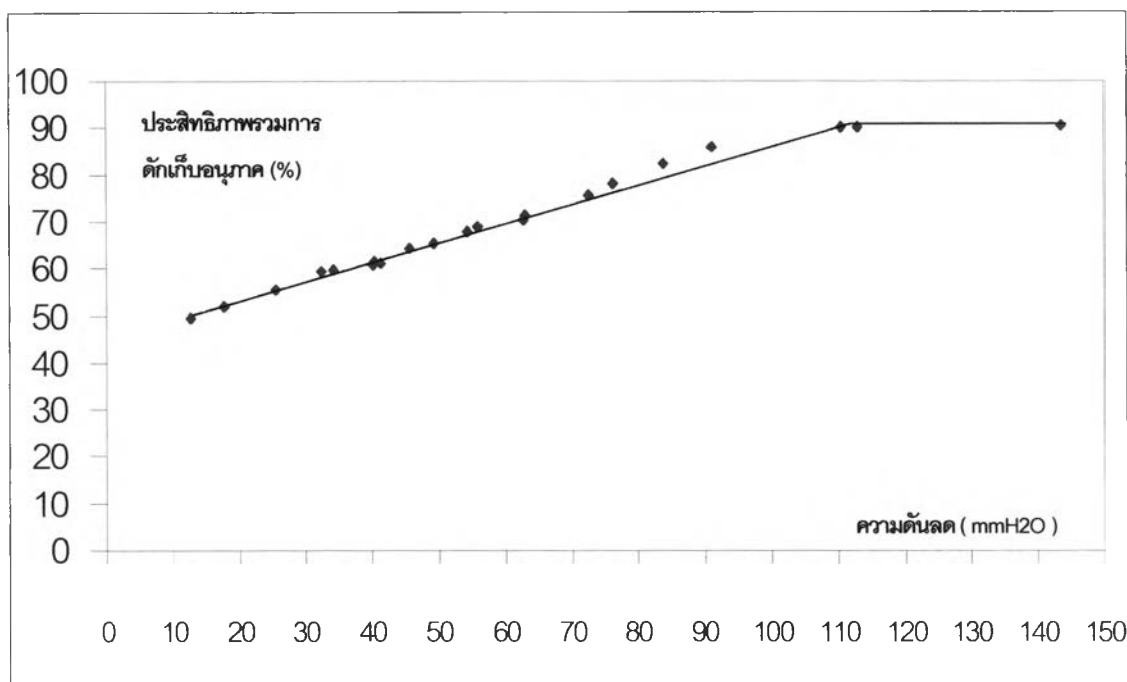
จากผลการทดสอบสรุปได้ดังต่อไปนี้

ก. ผลของค่าอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียที่เข้าระบบ กับประสิทธิภาพรวมในการดักเก็บ ในแต่ละสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ จากการทดสอบพบว่า ค่าประสิทธิภาพรวมในการดักเก็บอนุภาค (overall collection efficiency) ของระบบเครื่องเก็บอนุภาค หอแผ่นปะทะแบบเปียก มีแนวโน้มสูงขึ้น ถ้าอัตราส่วนของน้ำ ที่ใช้ต่อแก๊สเสียที่ผ่านเข้ามาในระบบมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งคงที่เท่ากับ 90 % ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียเท่ากับ 7×10^{-4} ถึง 1×10^{-3} ดังกราฟรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมการดักเก็บอนุภาค(แกน Y)และอัตราส่วนของเหลวต่อแก๊สเสีย(แกน X)ที่ภาวะก่อนปรับปรุง

ข. ผลของความดันลดต่อประสิทธิภาพการดักเก็บอนุภาค จากผลการทดสอบจะพบว่า ขณะที่ความดันลดเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการดักเก็บอนุภาคก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จนกระทั่งประสิทธิภาพเท่ากับ 90 % ความดันลดเท่ากับ $100 \text{ mmH}_2\text{O}$ เมื่อความดันลดเพิ่มขึ้นอีกจาก 100 ถึง $150 \text{ mmH}_2\text{O}$ แต่ประสิทธิภาพยังคงที่เท่ากับ 90 % ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.5



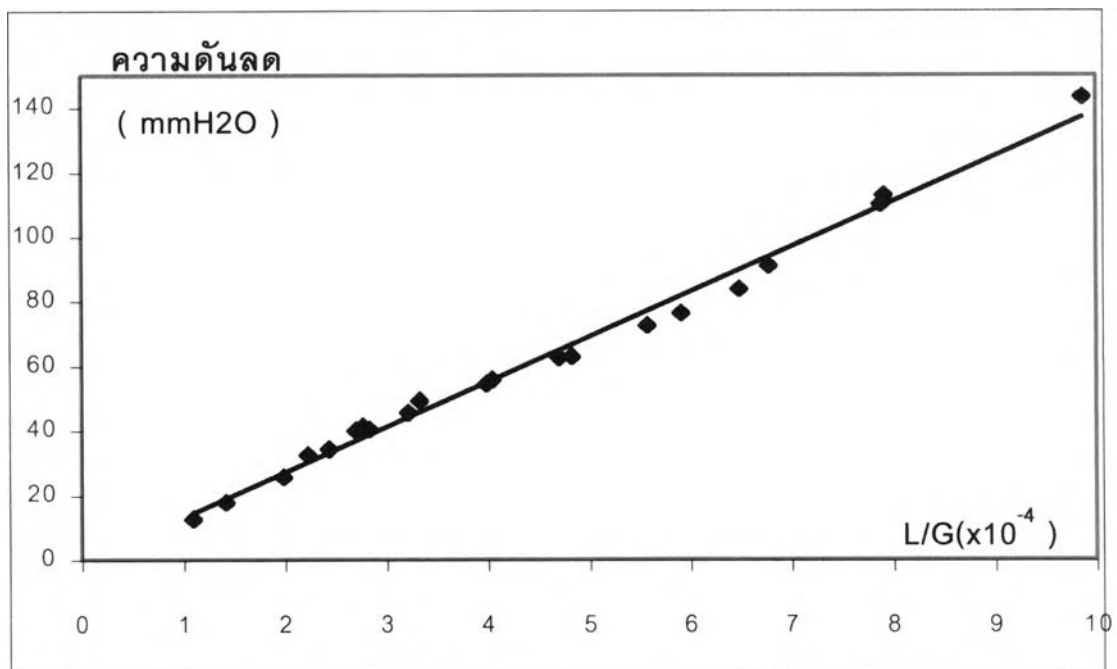
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมในการดักเก็บอนุภาค(แกน Y)และความดันลด(แกน X)ของเครื่องเก็บฝุ่นที่ภาวะก่อนปรับปรุง

4.3.2 ผลของอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียกับความดันลดของเครื่อง

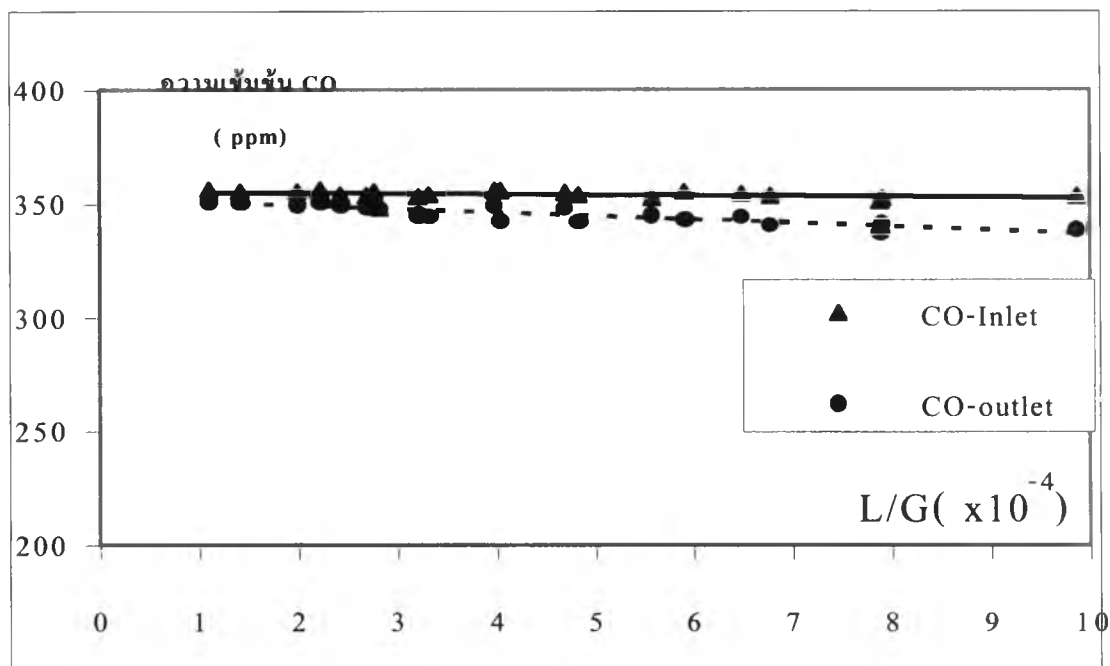
จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อเราเพิ่มอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเพิ่มขึ้น จะมีผลให้ความดันลด ของเครื่องดักฝุ่น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยโดยที่ความดันลดต่ำสุดเท่ากับ 15 mmH₂O ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียเท่ากับ 1×10^{-4} และความดันลดสูงสุดเท่ากับ 140 mmH₂O ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียเท่ากับ 1×10^{-3} โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังจะเห็นได้จากกราฟรูปที่ 4.6

4.3.3 ผลของประสิทธิภาพในการกำจัดมลสาร

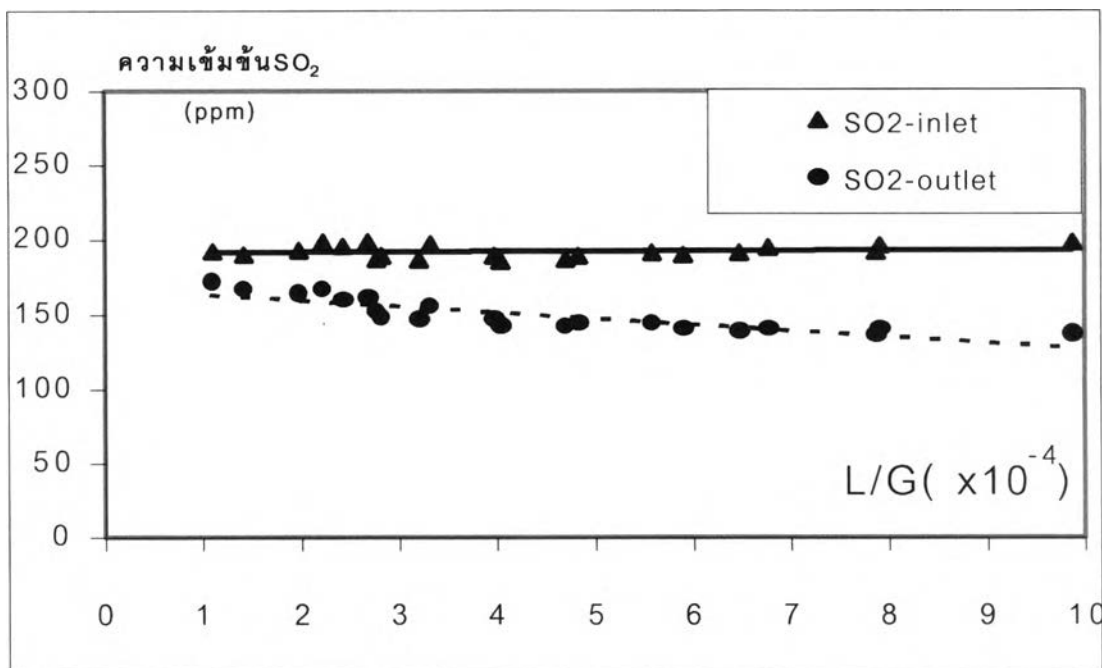
ก. อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียกับปริมาณมลสารแต่ละชนิดที่ออกจากเครื่องจากผลการทดสอบที่แต่ละสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ เราจะสังเกตเห็นว่าเมื่ออัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียเพิ่มขึ้นปริมาณมลสารที่เข้าเครื่องจะมีแนวโน้มคงที่แต่ปริมาณมลสารที่ออกจากเครื่องมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ดังกราฟรูปที่ 4.7-4.9



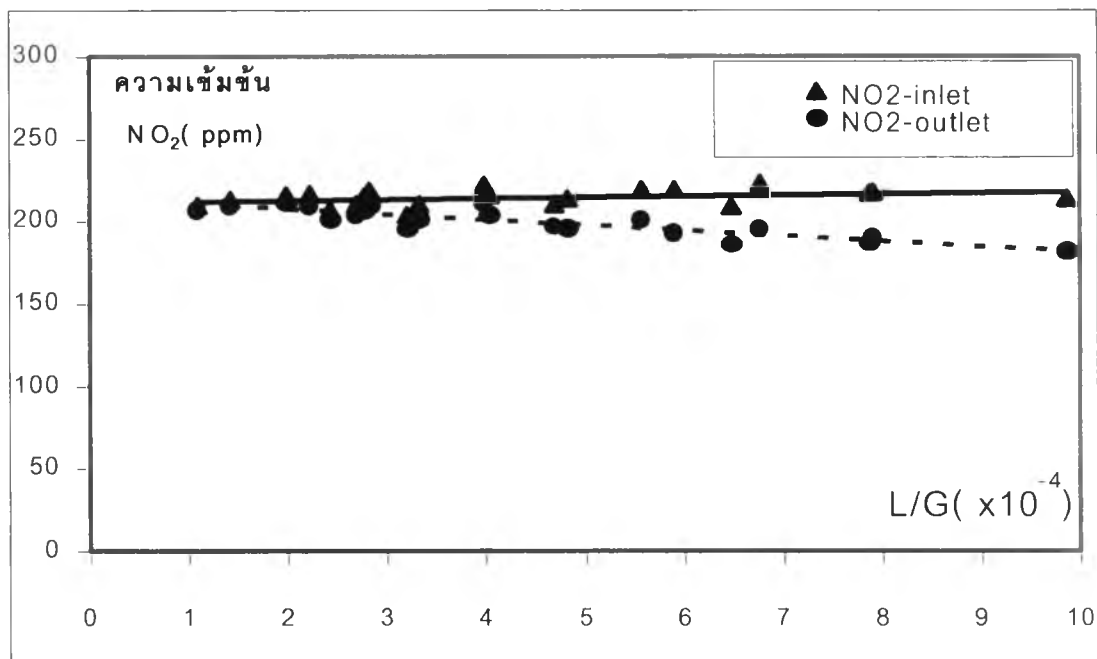
รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสีย(แกน X)กับความดันลด(แกน Y) ที่ภาวะก่อนปรับปรุง



รูปที่ 4.7 แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์(แกน Y)กับอัตราส่วนของน้ำที่ใช้กับแก๊สเสีย (แกน X) ที่ภาวะก่อนปรับปรุง

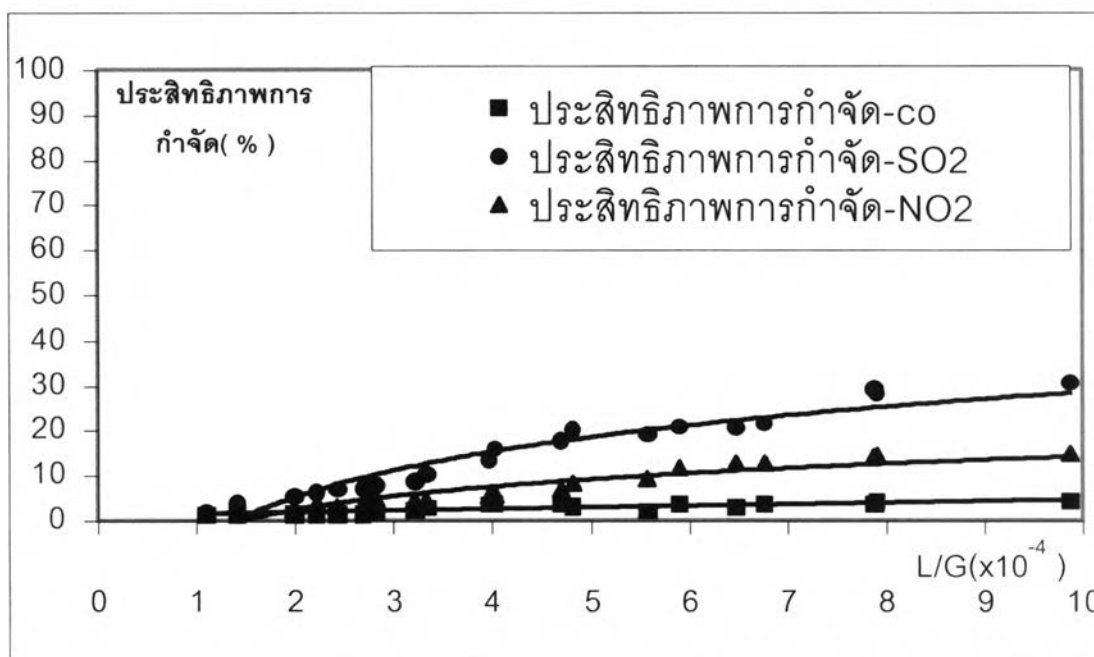


รูปที่ 4.8 แสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์(แกน Y) กับอัตราส่วนของน้ำที่ใช้กับแก๊สเสีย (แกน X) ที่ภาวะก่อนปรับปรุง



รูปที่ 4.9 แสดงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์(แกน Y) กับอัตราส่วนของน้ำที่ใช้กับแก๊สเสีย(แกน X) ที่ภาวะก่อนปรับปรุง

ข. ผลของอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียบกับประสิทธิภาพในการดักเก็บมลสารชนิดต่าง ๆ ในแต่ละสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ จากผลการทดสอบพบว่าถ้าอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียบเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการดักจับมลสารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัด คาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 5 % และซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 30 % และไนโตรเจนไดออกไซด์เท่ากับ 15 % ดังกราฟรูปที่ 4.10

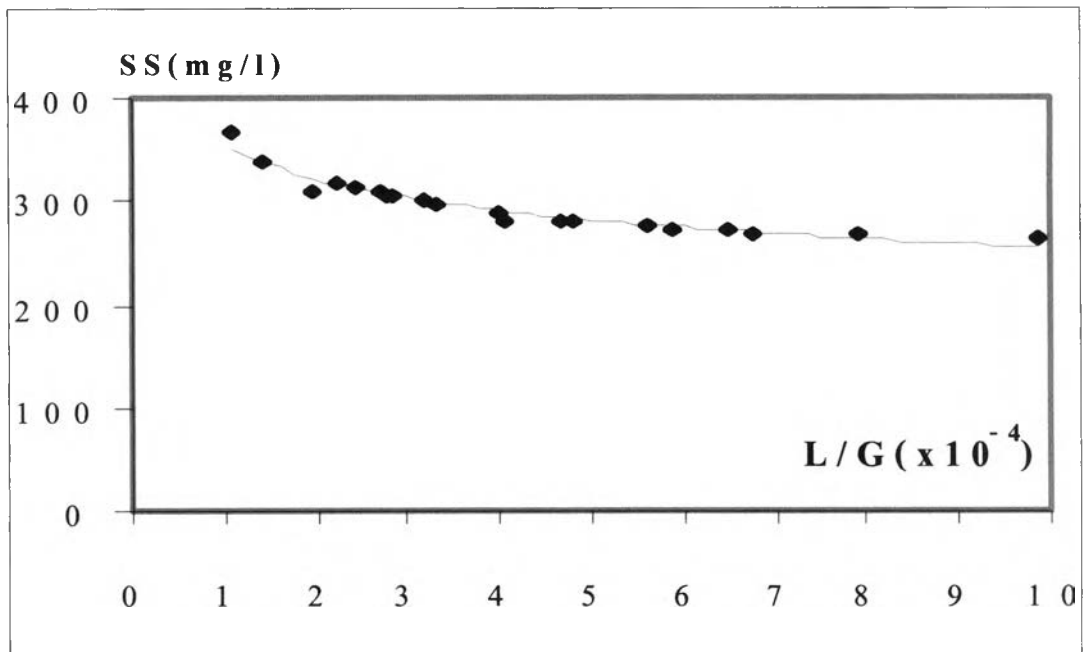


รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียบ (แกน X) กับประสิทธิภาพการดักจับมลสาร (แกน Y) ที่ภาวะก่อนปรับปรุง

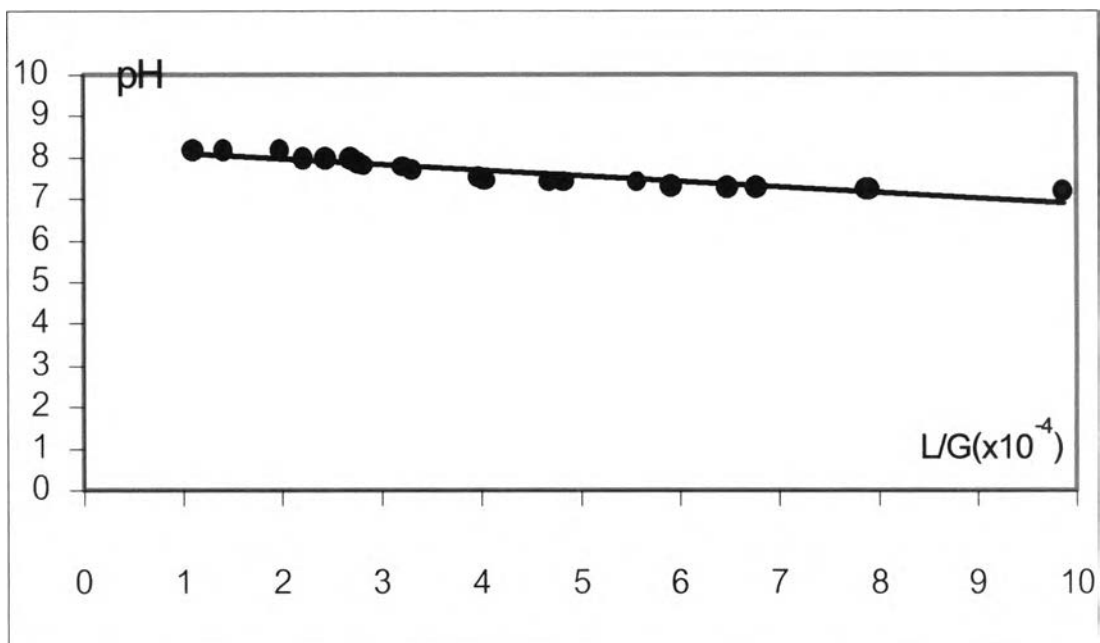
4.3.4 คุณสมบัติของน้ำที่ออกจากเครื่อง

ก. จากผลการทดสอบเราพบว่า ค่า pH ของน้ำที่ออกจากเครื่องมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่ออัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยที่ pH สูงสุดเท่ากับ 8 ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียบเท่ากับ 1×10^{-4} และ pH ต่ำสุดเท่ากับ 7 ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียบเท่ากับ 7×10^{-3} ดังกราฟรูปที่ 4.11

ข. จากผลการทดสอบเราพบว่า ค่า SS ของน้ำที่ออกจากระบบมีแนวโน้มลดลงจาก SS เท่ากับ 380 ppm. ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียบเท่ากับ 1×10^{-4} เป็น 290 ppm ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียบเท่ากับ 3×10^{-4} และมีแนวโน้มคงที่เท่ากับ 290 ppm แม้ว่าจะเพิ่มอัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียบดังกราฟรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสีย(แกน X) กับ pH ของน้ำ(แกน Y) ที่ออกจากเครื่องดักฝุ่น แบบเปียกที่ภาวะก่อนปรับปรุง



รูปที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสีย(แกน X) กับ SS น้ำ(แกน Y) ที่ออกจากเครื่องดักฝุ่นที่ภาวะก่อนปรับปรุง

4.3.5 ผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

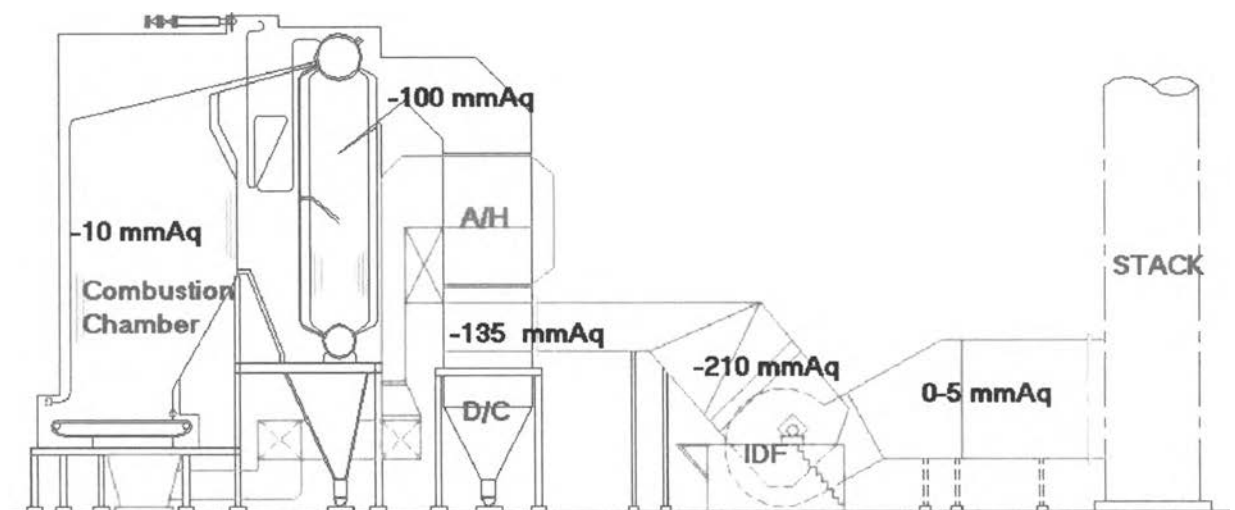
สำหรับผลกระทบที่เครื่องจับฝุ่นมีต่อหม้อไอน้ำเราจะพิจารณาที่ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ซึ่งการเผาไหม้จะสมบูรณ์ได้ขึ้นอยู่กับสถานะความดันในห้องเผาไหม้โดยสถานะปกติดังรูปที่ 4.13 ซึ่งการจะรักษาเสถียรภาพในห้องเผาไหม้ให้ได้ความดัน สถานะปกตินั้นขึ้นอยู่กับความเร็วรอบการหมุนของพัดลมดูด (Induce draft fan) จะต้องแปรไปตามปริมาณเชื้อเพลิงที่ใส่เข้าไปในห้องเผาไหม้ โดยปริมาณเชื้อเพลิงก็แปรตามปริมาณไอน้ำที่ผลิตด้วย อีกประการหนึ่งคือความเร็วรอบพัดลมดูดจะแปรตามความดันลดที่เกิดขึ้นในระบบ คือ ความดันลดที่เกิดขึ้นที่เครื่องอุ่นอากาศ(Air pre heater), เกิดขึ้นที่เครื่องเก็บฝุ่นชนิดไซโคลน(Multi cyclone dust collector) และเครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก(Wet scrubber) จากผลการเก็บข้อมูลพบว่ารอบการหมุนของพัดลมดูด(IDF) และเปอร์เซ็นต์การเปิดของลิ้นพัดลม(Damper) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียกับความเร็วรอบการหมุนของพัดลมดูดและการเปิดของ Damper ที่สภาวะก่อนปรับปรุง

| อัตราการผลิตไอน้ำ(ตัน /ช.ม.) | อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสีย ($\times 10^{-4}$) | ความเร็วรอบพัดลม (รอบ/นาที) | เปอร์เซ็นต์เปิดปิดลิ้นพัดลม(%) |
|------------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|
| 90-100 | 2.69 | 650 | 45 |
| | 3.32 | 650 | 45 |
| | 4.82 | 650 | 45 |
| | 5.90 | 650 | 50 |
| | 6.77 | 650 | 50 |
| | 7.87 | 650 | 50 |
| | 9.87 | 650 | 50 |
| 150-160 | 2.22 | 700 | 45 |
| | 2.77 | 700 | 45 |
| | 3.98 | 700 | 45 |
| | 4.70 | 700 | 50 |
| | 5.57 | 750 | 50 |
| | 6.48 | 750 | 75 |
| | 7.91 | 750 | 75 |

ตารางที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียกับความเร็วยกพัดลมของ
พัดลมดูดและการเปิดของ Damper ที่สภาวะก่อนปรับปรุง (ต่อ)

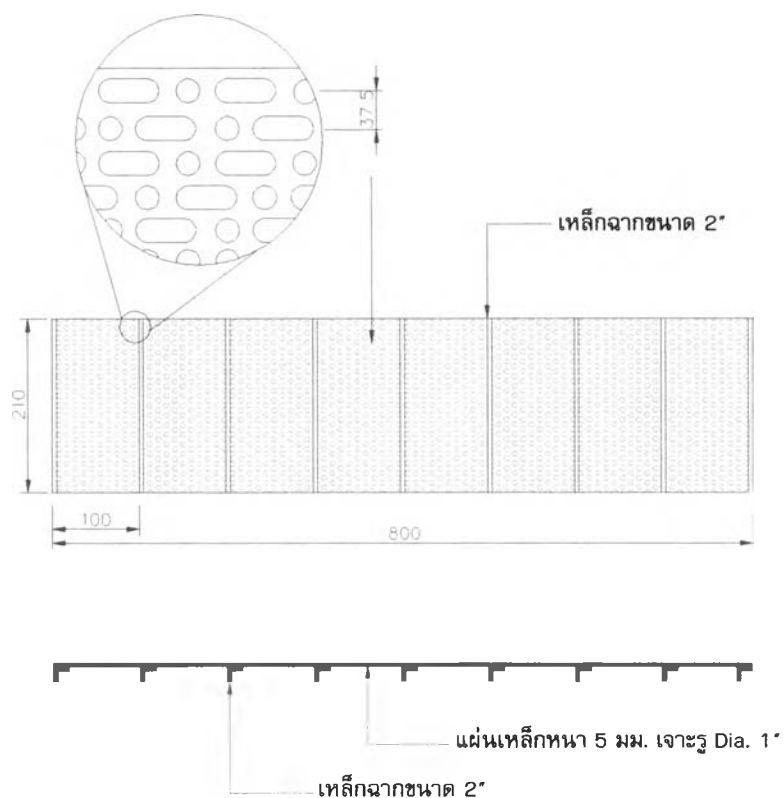
| อัตราการผลิตไอน้ำ (ตัน / ชม.) | อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสีย ($\times 10^4$) | ความเร็วยกพัดลม (รอบ/นาที) | เปอร์เซ็นต์เปิดปิดลิ้นพัดลม (%) |
|-------------------------------|---|----------------------------|---------------------------------|
| 230-240 | 1.10 | 750 | 45 |
| | 1.41 | 750 | 45 |
| | 1.98 | 750 | 50 |
| | 2.42 | 750 | 50 |
| | 2.83 | 800 | 75 |
| | 3.21 | 800 | 75 |
| | 4.04 | 800 | 75 |



รูปที่ 4.13 แสดงแรงดันสภาวะปกติในหม้อไอน้ำขณะทำงาน

4.4 การปรับปรุง

ภายหลังที่หลังได้ใช้งานเครื่องกำจัดฝุ่นแบบเปียกในปีการผลิต พ.ศ. 2541/2543 เราพบว่าเครื่องกำจัดฝุ่นแบบเปียกทำให้เกิดความดันลดสูงสุดเท่ากับ 125 มิลลิเมตรน้ำ มีผลทำให้พัดลมดูด (Induce Daft Fan) ของหม้อไอน้ำต้องเพิ่มรอบการหมุนขึ้นจาก 650 รอบต่อนาทีเป็น 800 รอบต่อนาทีที่อัตราการผลิตไอน้ำ 250 ตันไอน้ำต่อชั่วโมง อัตราการฉีดพ่นน้ำที่เครื่องจับฝุ่นเท่ากับ 200 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งการเพิ่มความเร็วรอบของพัดลมดูดทำให้ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น และเกิดความเสียหายได้เร็วเพราะพัดลมดูดทำงานหนักขึ้นดังนั้นเราจึงพยายามลดความดันลดโดยการเพิ่มพื้นที่เปิดของแผ่นปะทะจาก 24 ตารางเมตรเป็น 36 ตารางเมตร รายละเอียดการเจาะรูแผ่นปะทะดังรูปที่ 4.14 หลังจากนั้นเราก็ทำการทดสอบและเก็บตัวอย่างเช่นเดียวกับหัวที่ 4.2



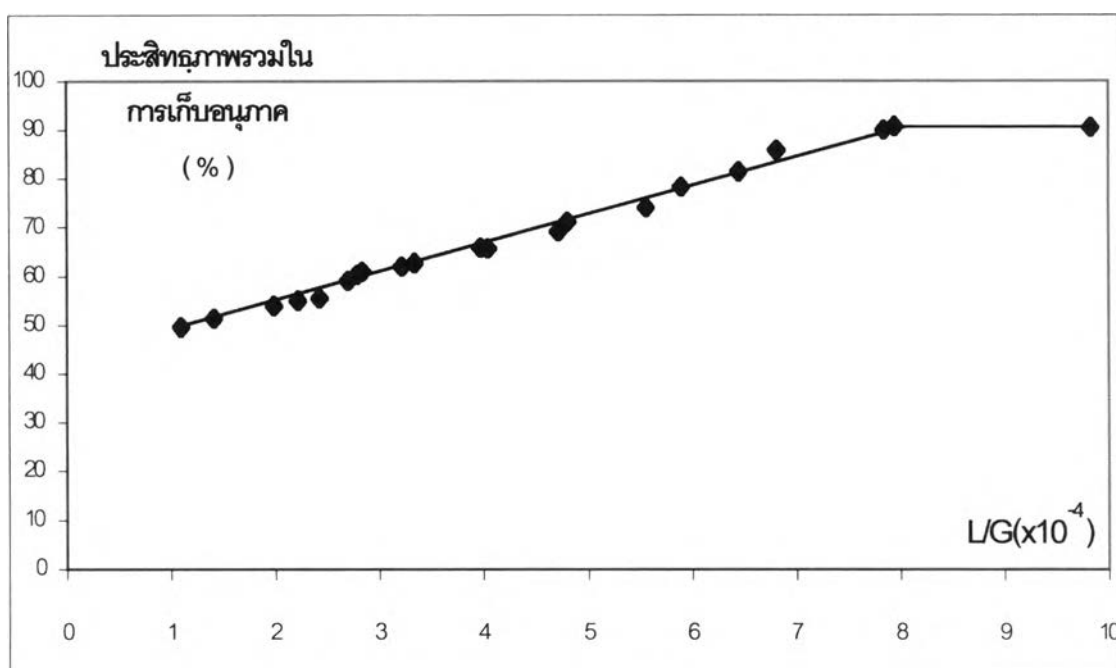
รูปที่ 4.14 แสดงแผ่นปะทะที่ปรับปรุงโดยการเจาะSlot

4.5 ผลการทดสอบที่สภาวะหลังปรับปรุง(ช่องว่างแผ่นปะทะเท่ากับ 36 m^2)

4.5.1 ผลการทดลองในส่วนของประสิทธิภาพการดักเก็บอนุภาค

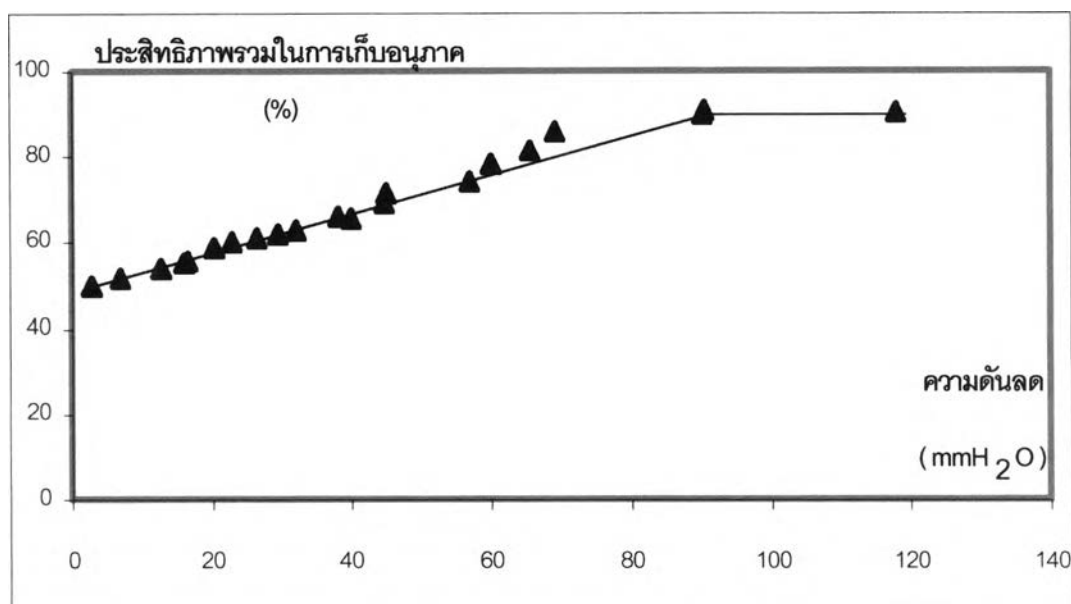
จากผลการทดสอบสรุปได้ดังต่อไปนี้

ก. ผลของค่าอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียที่เข้าระบบ กับประสิทธิภาพรวมในการดักเก็บในแต่ละสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ จากการทดสอบพบว่า ค่าประสิทธิภาพรวมในการดักเก็บอนุภาค (overall collection efficiency) ของระบบเครื่องเก็บอนุภาคหอแผ่นปะทะแบบเปียก มีแนวโน้มสูงขึ้นจาก 50 % ถึง 90 % ที่อัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียเท่ากับ 7×10^{-4} แล้วคงที่ 90 % ดังกราฟรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมดักเก็บอนุภาค(แกน Y) และอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสีย(แกน X)ที่ภาวะหลังปรับปรุง

ข.ผลของความดันลดต่อประสิทธิภาพการดักเก็บอนุภาค จากการทดสอบจะพบว่าค่าประสิทธิภาพรวมในการดักเก็บอนุภาค ของเครื่องนี้ จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เมื่อค่าความดันลดของแก๊สที่ไหลผ่าน เครื่องมีค่าสูงขึ้น ดังกราฟรูปที่ 4.16



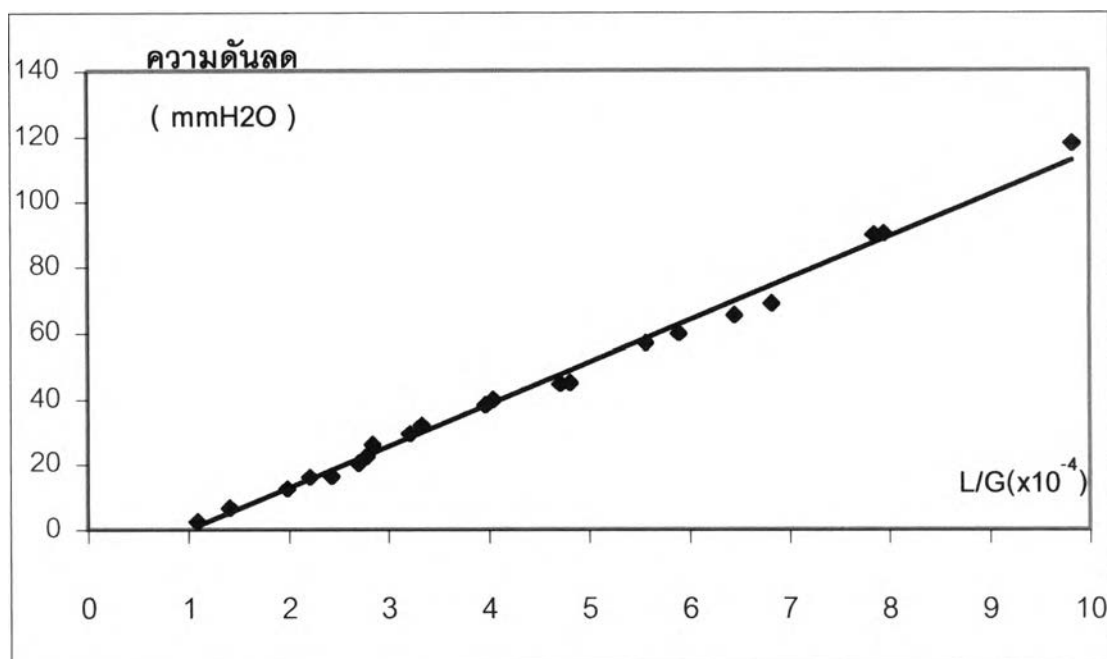
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพรวมในการเก็บอนุภาค(แกน Y) และความดันลด(แกน X)ของเครื่องเก็บฝุ่นที่ ภาวะหลังปรับปรุง

4.5.2 ผลของอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียกับความดันลดของเครื่อง

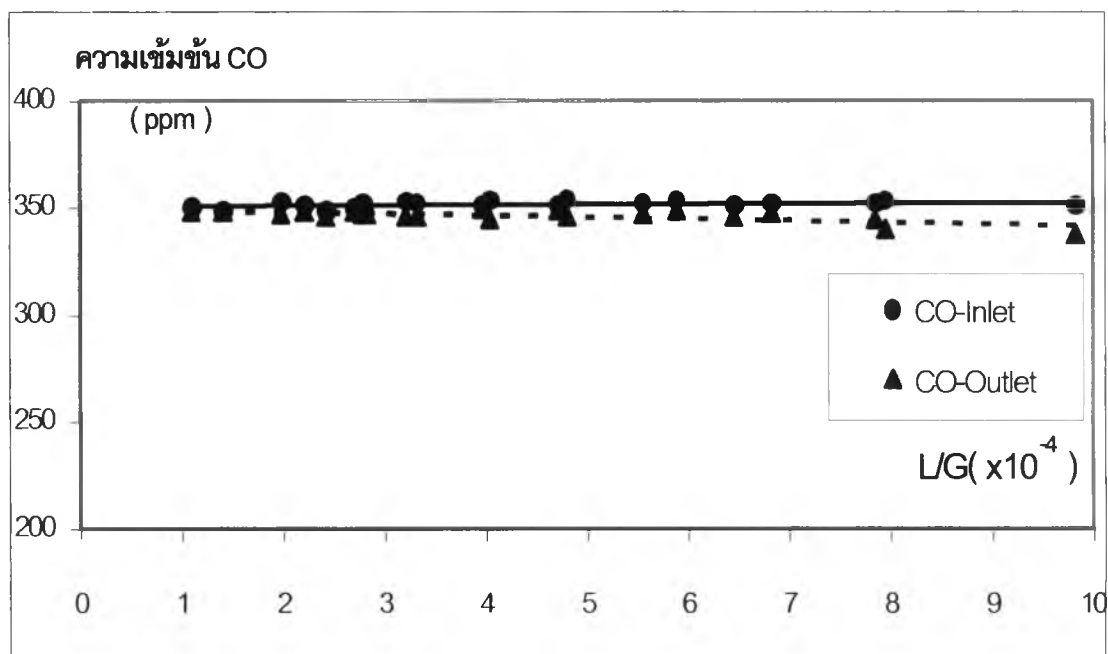
จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อเราเพิ่มอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเพิ่มขึ้น จะมีผลให้ความดันลด ของเครื่องดักฝุ่น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยโดยที่ความดันลดต่ำสุดเท่ากับ 5 mmH₂O ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียเท่ากับ 1×10^{-4} และความดันลดสูงสุดเท่ากับ 120 mmH₂O ที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียเท่ากับ 1×10^{-3} โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังจะเห็นจากกราฟรูปที่ 4.17

4.5.3 ผลของประสิทธิภาพในการกำจัดมลสาร

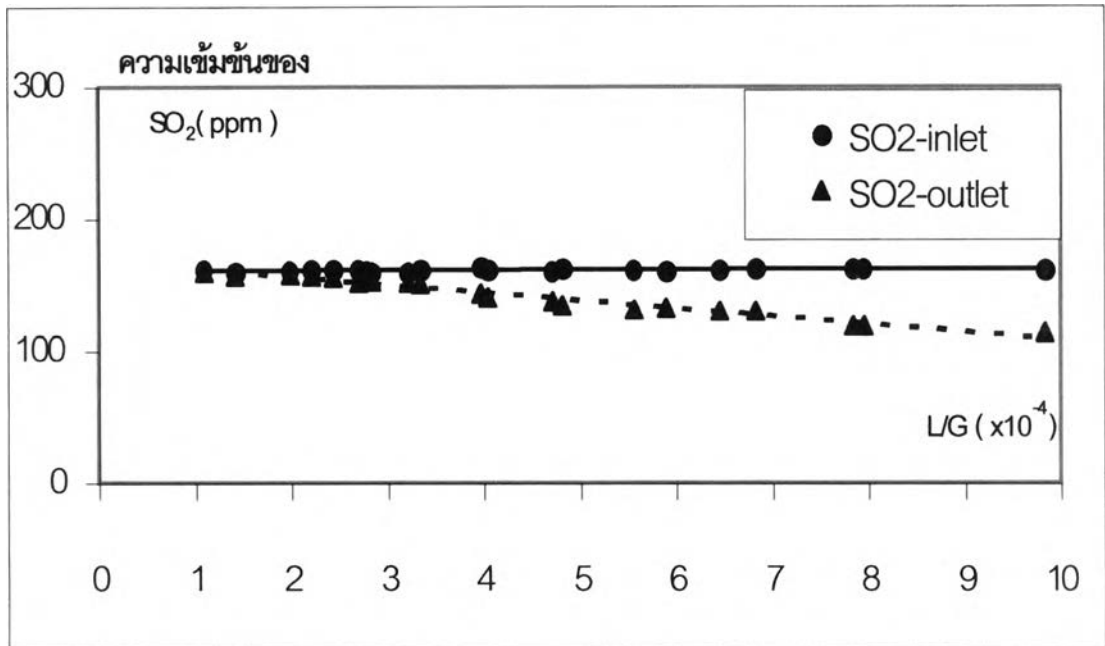
ก. ค่าอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียกับประสิทธิภาพในการดักเก็บมลสารแต่ละชนิดจากผลการทดสอบที่แต่ละสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ เราจะสังเกตเห็นว่าเมื่ออัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียเพิ่มขึ้นปริมาณมลสารที่เข้าเครื่องจะมีแนวโน้มคงที่แต่ปริมาณมลสารที่ออกจากเครื่องมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ดังกราฟรูปที่ 4.18-4.20



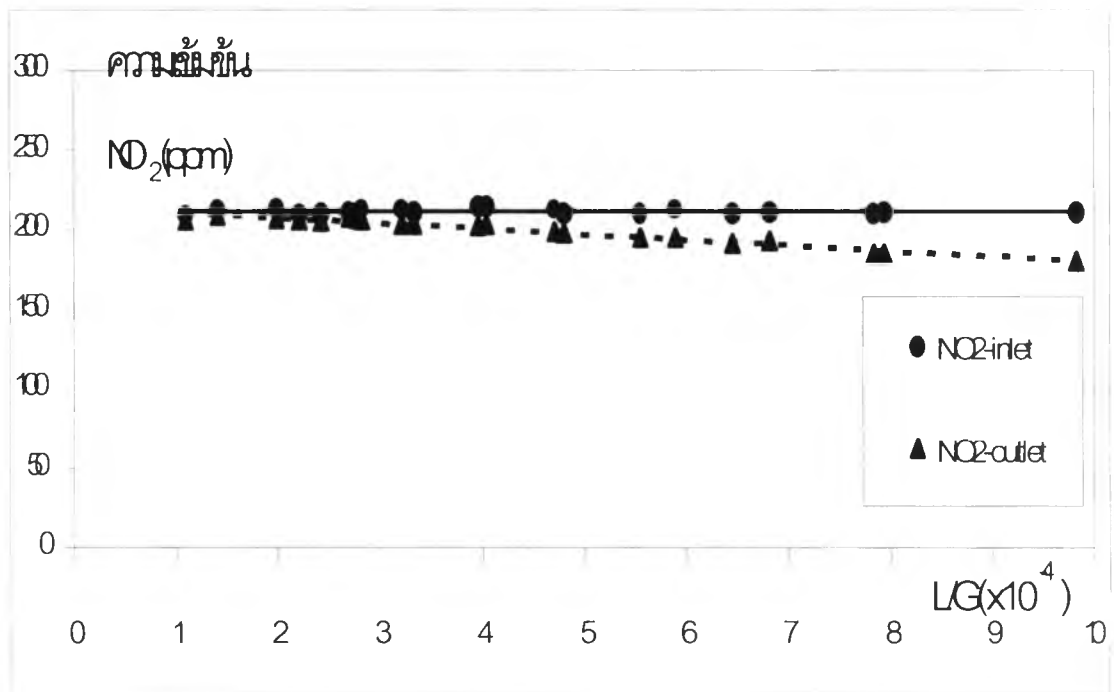
รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำ ต่อแก๊สเสีย(แกน X) กับความดันลด (แกน Y) ที่ภาวะหลังปรับปรุง



รูปที่ 4.18 แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (แกน Y) กับอัตราส่วนของน้ำที่ใช้กับแก๊สเสีย (แกน X) ที่ ภาวะหลัง ปรับปรุง

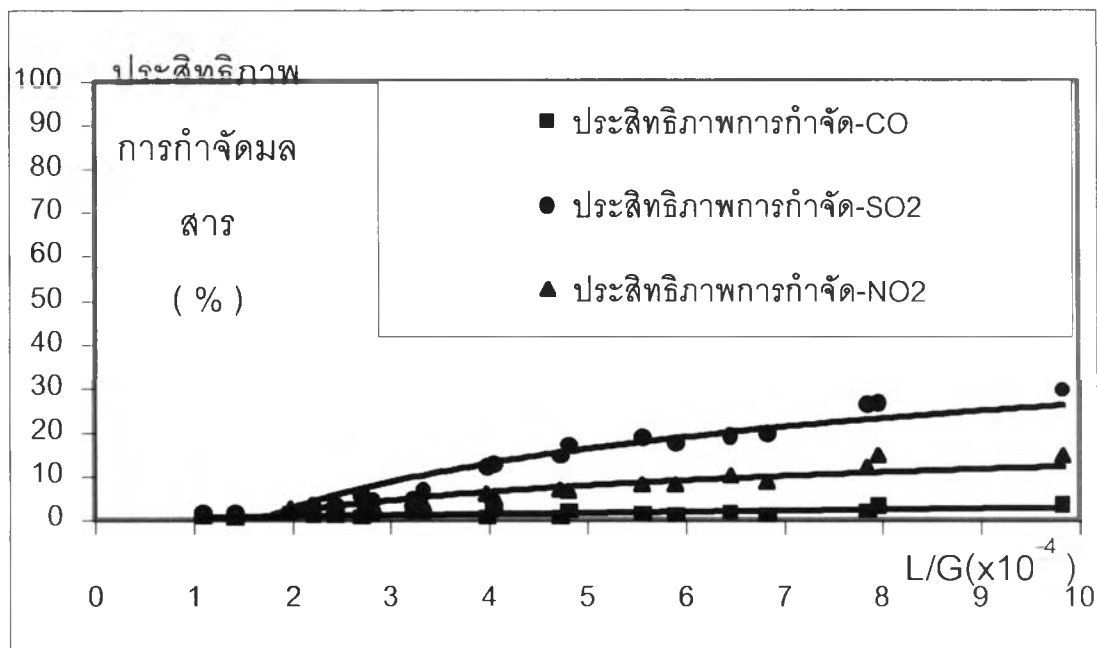


รูปที่ 4.19 แสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (แกน Y) กับอัตราส่วนของน้ำที่ใช้กับแก๊สเสีย (แกน X) ที่ภาวะหลังปรับปรุง



รูปที่ 4.20 แสดงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ (แกน Y) กับอัตราส่วนของน้ำที่ใช้กับแก๊สเสีย (แกน X) ที่ภาวะหลังปรับปรุง

ข. ผลของอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียกับประสิทธิภาพในการดักเก็บมลสารชนิดต่างๆ ในแต่ละสภาวะการทำงานของหม้อไอน้ำ จากผลการทดสอบพบว่าถ้าอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สเสียเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการดักจับมลสารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัด คาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 5 % และซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 30 % และไนโตรเจนไดออกไซด์เท่ากับ 15% ดังกราฟรูปที่ 4.21

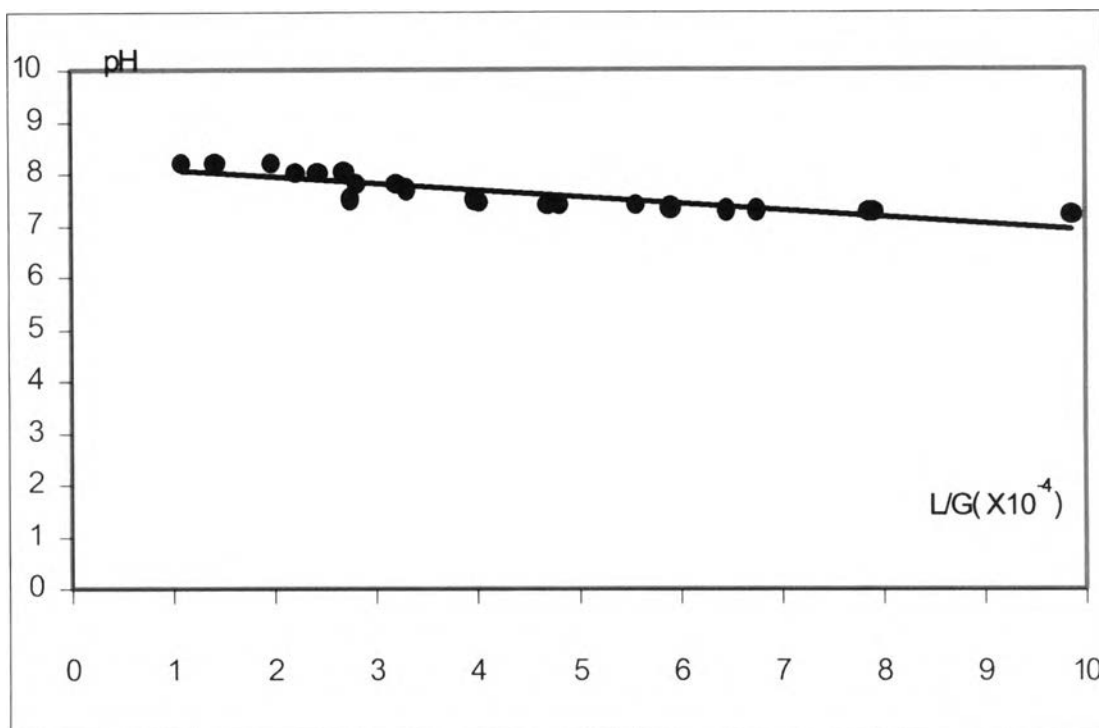


รูปที่ 4.21 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสีย(แกน X)กับประสิทธิภาพการดักจับมลสาร(แกน Y) ที่ ภาวะหลังปรับปรุง

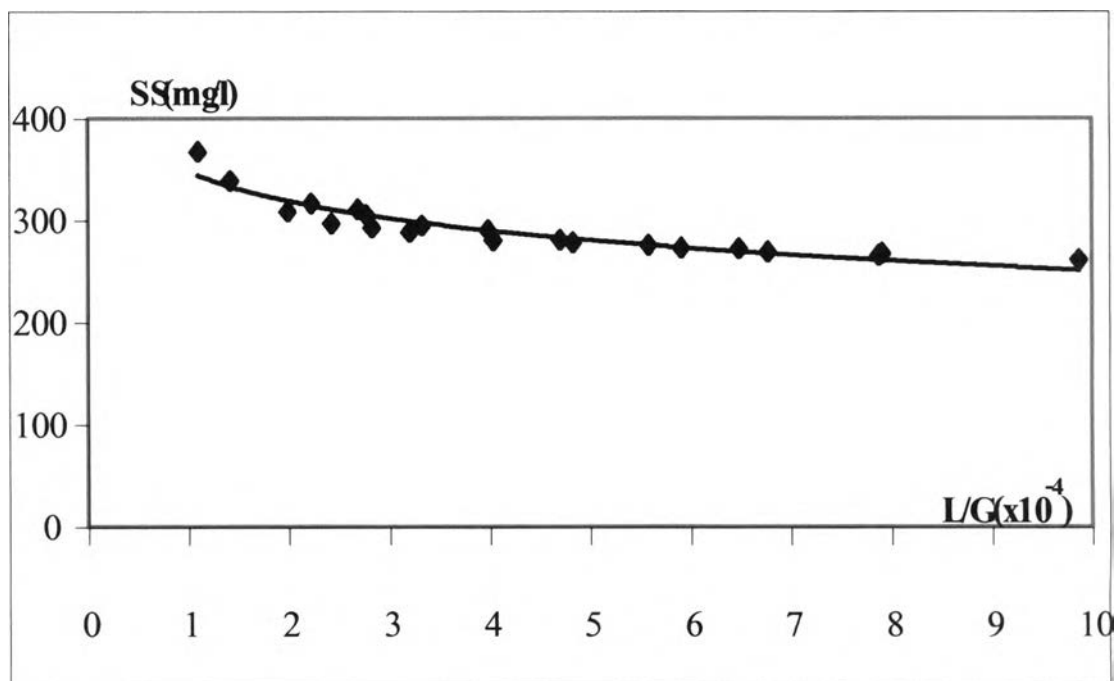
4.5.4 คุณสมบัติของน้ำที่ออกจากเครื่องที่สภาวะหลังปรับปรุง

ก. จากผลการทดสอบเราพบว่า ค่า pH ของน้ำที่ออกจากระบบมีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับสภาวะก่อนปรับปรุงดังกราฟรูปที่ 4.22

ข. จากผลการทดสอบเราพบว่า ค่า SS ของน้ำที่ออกจากระบบมีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่อแก๊สมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับสภาวะก่อนปรับปรุง ดังกราฟรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.22 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสีย(แกน X) กับ pH น้ำ (แกน Y)
ที่ออกจากเครื่องดักฝุ่นที่ภาวะ หลังปรับปรุง



รูปที่ 4.23 แสดงความสัมพันธ์อัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสีย(แกน X) กับ SS น้ำ (แกน Y)
ที่ออกจากเครื่องดักฝุ่นที่ภาวะ หลังปรับปรุง

4.5.5 ผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

จากผลการเก็บข้อมูลพบว่ารอบการหมุนของพัดลมดูด (IDF) และเปอร์เซ็นต์การเปิดของลิ้นพัดลม(Damper) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การทดลองแนวโน้มเช่นเดียวกับสภาวะก่อนการปรับปรุง เมื่ออัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียกับความเร็วยรอบการหมุนของพัดลมดูดและการเปิดของ Damper ที่สภาวะหลังปรับปรุง

| อัตราการผลิตไอน้ำ(ตัน /ช.ม.) | อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสีย ($\times 10^4$) | ความเร็วรอบพัดลม (รอบ/นาที) | เปอร์เซ็นต์เปิดปิดลิ้นพัดลม(%) |
|------------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|
| 90-100 | 2.70 | 650 | 45 |
| | 3.33 | 650 | 45 |
| | 4.81 | 650 | 45 |
| | 5.89 | 650 | 45 |
| | 6.82 | 650 | 50 |
| | 7.85 | 650 | 50 |
| | 9.83 | 650 | 50 |
| 150-160 | 2.21 | 650 | 75 |
| | 2.78 | 650 | 75 |
| | 3.97 | 650 | 75 |
| | 4.71 | 700 | 45 |
| | 5.56 | 700 | 45 |
| | 6.45 | 700 | 45 |
| | 7.95 | 700 | 45 |
| 230-240 | 1.09 | 700 | 50 |
| | 1.41 | 700 | 50 |
| | 1.98 | 700 | 60 |
| | 2.43 | 700 | 75 |
| | 2.83 | 750 | 50 |
| | 3.21 | 750 | 50 |
| | 4.04 | 750 | 50 |

4.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.6.1 ประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาค

จากผลการทดสอบก่อนปรับปรุงและหลังจากปรับปรุงเราพบว่าเมื่ออัตรา ส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคจะเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดที่อัตราส่วนของน้ำต่ออากาศประมาณ 7.87×10^{-4} $\text{m}^3\text{น้ำ} / \text{m}^3\text{แก๊ส}$ ประสิทธิภาพการกำจัดเท่ากับ 90.11 % และเมื่อเราเพิ่มอัตราส่วนของน้ำต่ออากาศอีกประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคมีแนวโน้มคงที่ประมาณ 90% และถ้าเราเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงเราที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเท่ากันจะสังเกตเห็นว่าประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคไม่แตกต่างกันเลยดังรูปที่ 4.23

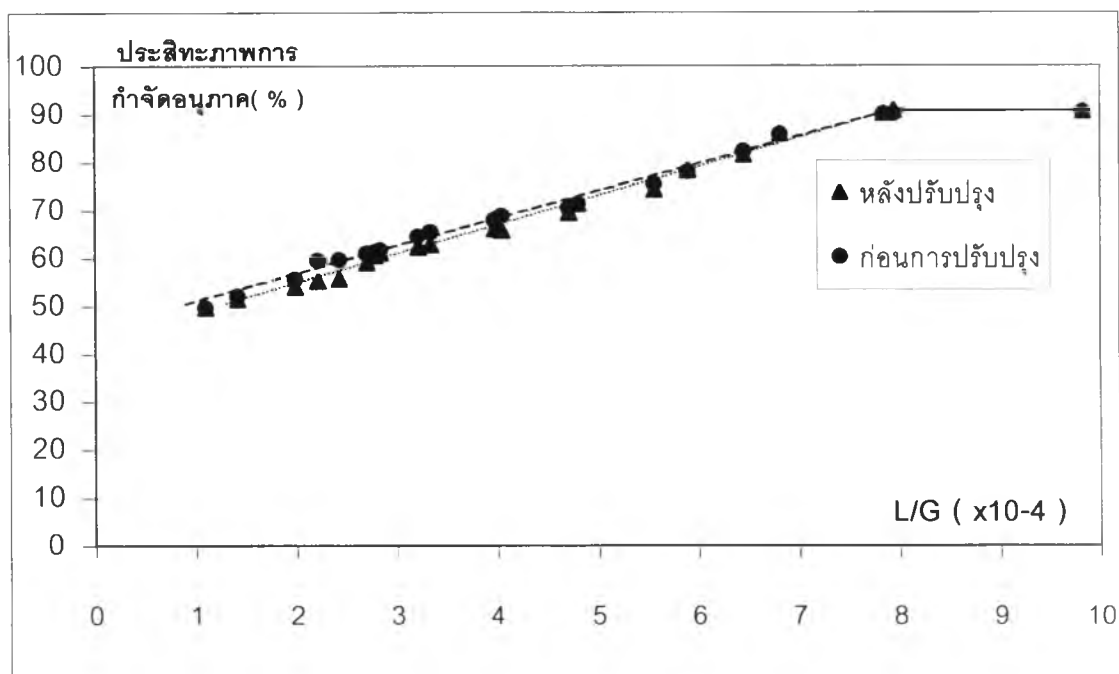
4.6.2 ความดันลด

เมื่ออัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเสียเพิ่มขึ้น ความดันลดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งสภาวะก่อนการปรับปรุงและหลังปรับปรุงแต่ถ้าเราเปรียบเทียบความดันลดที่อัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเสียเท่ากันเราจะสังเกตเห็นว่าความดันลดหลังจากปรับปรุงจะต่ำกว่าความดันลดหลังจากปรับปรุงดังเช่นรูปที่ 4.26 โดยที่ความดันลดสูงสุดกรณีก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 143.92 mmH_2O และหลังปรับปรุงเท่า 117.93 mmH_2O

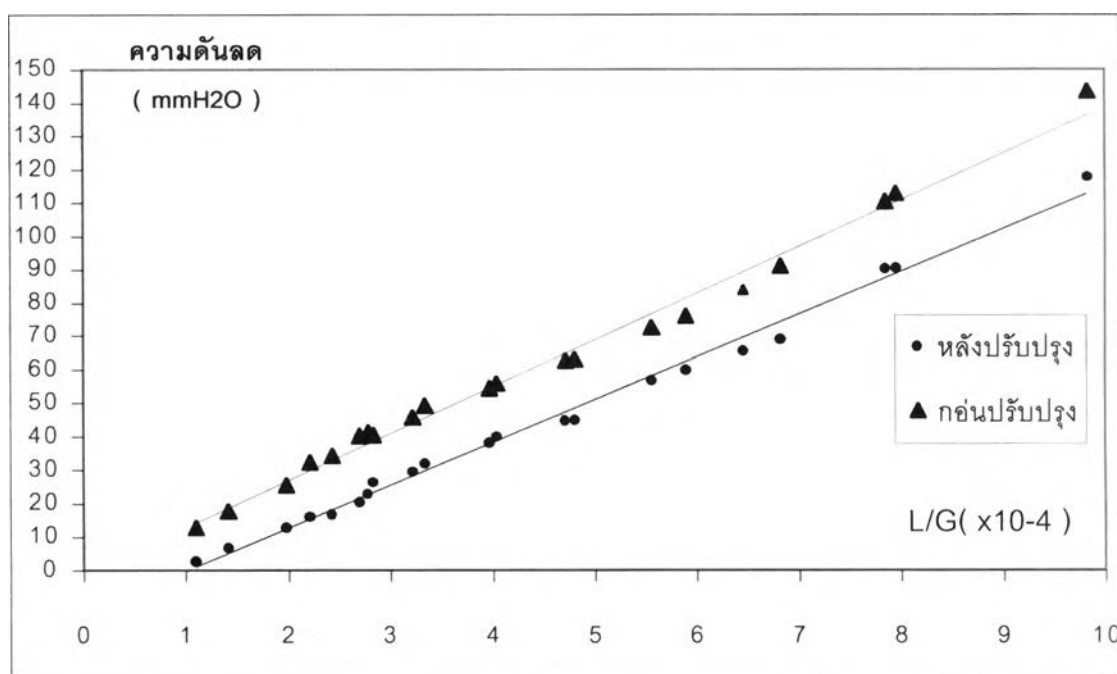
4.6.3 ประสิทธิภาพการกำจัดมลสาร

ก. ประสิทธิภาพในการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากรูปที่ 4.10 และ 4.20 พิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สภาวะก่อนการปรับปรุงและสภาวะหลังปรับปรุง เมื่อเราเพิ่มอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเพิ่มขึ้นแต่ประสิทธิภาพกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ แนวโน้มคงที่ เท่ากับ 0 % หรือไม่เกิดการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ สำหรับเครื่องนี้

ข. ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) จากรูปที่ 4.10 และ 4.20 พิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ที่สภาวะก่อนการปรับปรุงและสภาวะหลังปรับปรุง เมื่อเราเพิ่มอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยประสิทธิภาพกำจัดกำจัด ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) สูงสุดเท่ากับ 20 % ที่อัตราส่วน น้ำต่อแก๊ส



รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดอนุภาคก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง(แกน Y)ที่อัตราการ ส่วนน้ำต่อแก๊สเสีย (แกน X) ต่างๆ



รูปที่ 4.25 เปรียบเทียบความดันลดก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง(แกน Y)ที่อัตราการ ส่วน น้ำต่อแก๊สเสียต่างๆ(แกน X)

$8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^3$ และประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีแนวโน้มเท่ากันที่อัตราส่วนอัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเท่ากัน

ค. ประสิทธิภาพในการกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากรูปที่ 4.10 และ 4.20 พิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่สภาวะก่อนการปรับปรุงและสภาวะหลังปรับปรุง เมื่อเราเพิ่มอัตราส่วนของน้ำต่อแก๊สเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยประสิทธิภาพกำจัดกำจัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) สูงสุดเท่ากับ 30 % ที่อัตราส่วน น้ำต่อแก๊ส $8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^3$ และประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีแนวโน้มเท่ากันที่อัตราส่วนอัตราส่วนน้ำต่อแก๊สเท่ากัน